



1

**Fundamentos de máquinas
y mecanismos**

para empezar...

En esta unidad haremos un estudio sistemático de los mecanismos.

Un mecanismo es una sucesión de componentes, fijos y móviles, ligados entre sí por uniones móviles, que permiten el movimiento relativo entre ellos para conducir, controlar o transformar un tipo de movimiento en otro.

Para empezar, clasificaremos la infinidad de piezas que podemos encontrar en los diferentes mecanismos, según su funcionalidad y aplicación, aun cuando puedan presentar en cada máquina formas y tamaños diversos. Estas funciones mecánicas, consideradas elementales como las estructurales, de unión, impermeabilidad y guiado o apoyo, nos darán una visión clara y precisa de las distintas partes de un mecanismo.

Y finalmente, haremos una sencilla clasificación de los principales mecanismos mecánicos utilizados para la transmisión de movimientos, dejando a los hidráulicos y neumáticos para el siguiente bloque.

qué sabes de...

1. ¿Qué entiendes por mecanismo?
2. Distingue y nombra en el motor de la figura 1.1 los elementos estructurales o externos.
3. ¿Cuáles de estos elementos están unidos por tornillos?, ¿cuáles por espárragos?, ¿cuáles por pernos?
4. Nombra las distintas juntas de estanqueidad que se interponen entre los componentes anteriores.
5. Localiza los elementos de guiado entre los componentes móviles: pistón-biela; biela-cigüeñal; cigüeñal-bloque.
6. Señala en el dibujo del motor de la página siguiente un chavetero. ¿Qué va fijado en él?

... vamos a conocer

1. Funciones mecánicas elementales
2. Elementos de guiado y apoyo
3. Mecanismos de transmisión

PARA PRACTICAR

Sustitución de un rodamiento

y al finalizar...

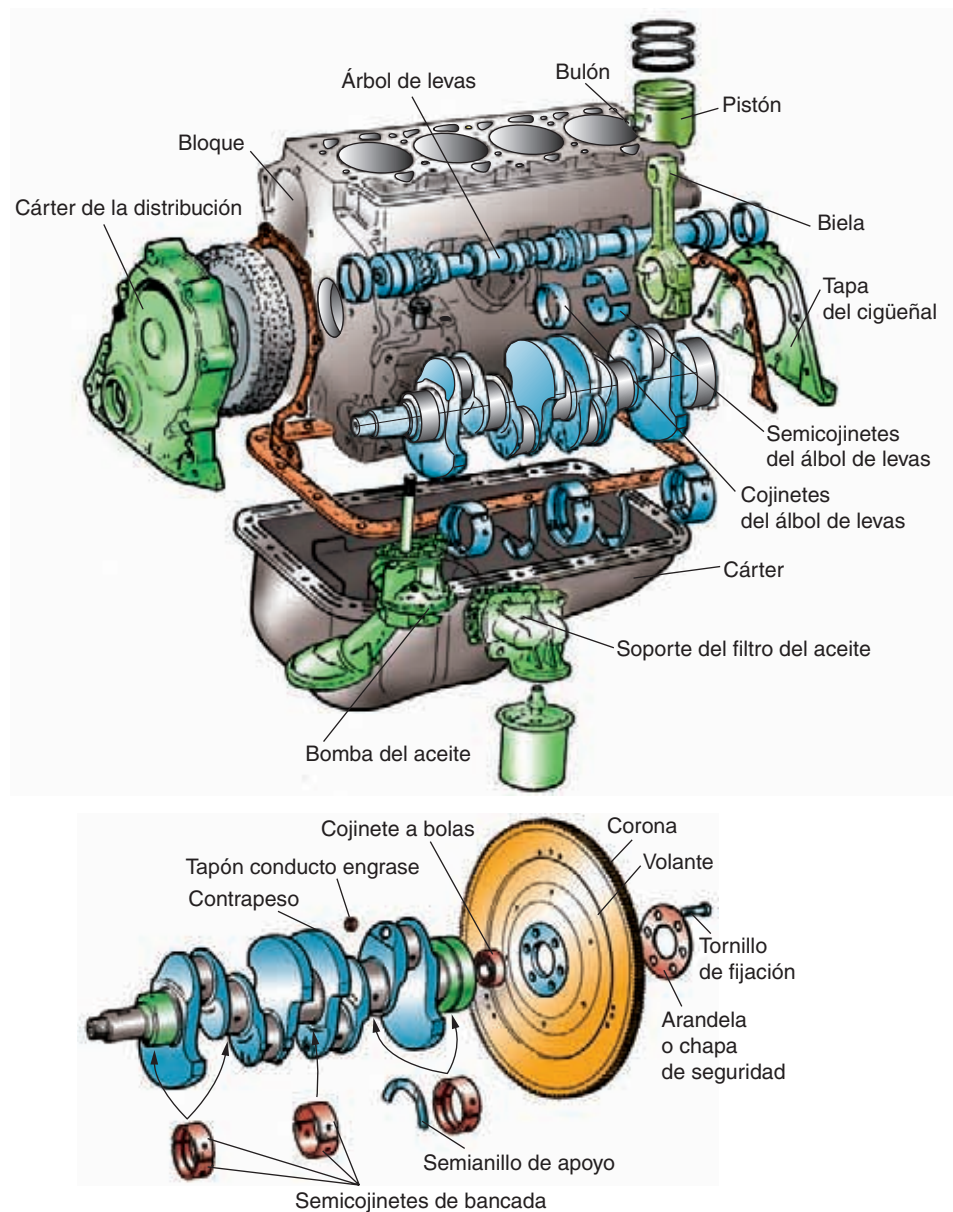
- Analizarás las funciones mecánicas e identificarás los elementos de guiado y apoyo.
- Establecerás las diferencias entre los diferentes mecanismos de transmisión.
- Relacionarás los elementos de transmisión y transformación de movimiento con sus órganos auxiliares de sujeción, unión, guiado y estanqueidad.
- Interpretarás las características de los cojines, rodamientos y elementos por su denominación comercial.

1. Funciones mecánicas elementales

El funcionamiento de un mecanismo se consigue mediante la acción coordinada de las diferentes piezas que intervienen en su conjunto, cada una de las cuales realiza una función precisa.

Para estudiar mejor el comportamiento de las distintas piezas que componen un mecanismo, vamos a clasificar las funciones elementales para las que se diseñan cada una de ellas, que serán:

Estructurales, de Unión y de Impermeabilidad.



↑ **Figura 1.1.**

1.1. Estructurales

Una pieza cumple una función estructural cuando actúa como cuerpo o soporte de la máquina o de algunos de sus componentes.

Es la parte más robusta, visible exteriormente, llamada normalmente bastidor, bancada o bloque.

1.2. De unión

Existe unión entre las piezas cuando queda total o parcialmente eliminada toda posibilidad de desplazamiento de cualquiera de ellas con respecto al resto.

Unión rígida permanente

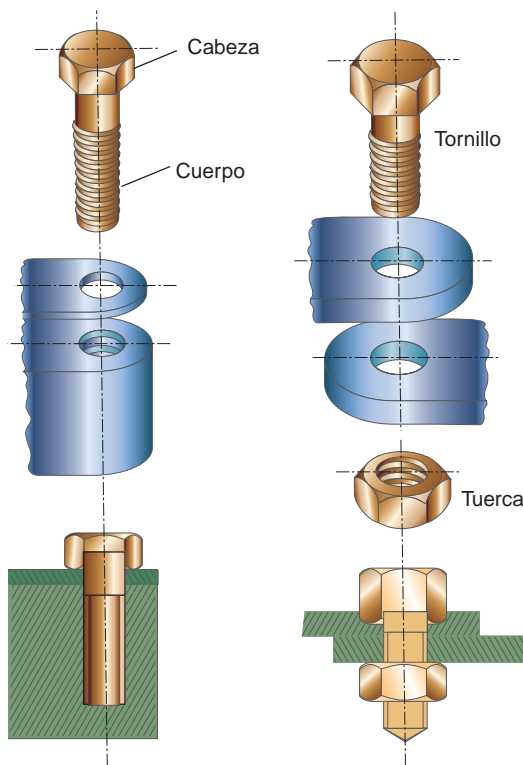
Es aquella en que, para producir la separación de las piezas, es necesario romper alguna de ellas o el órgano de unión. Ejemplos de ello son el remachado o la soldadura, utilizados especialmente en elementos estructurales y calderería.

Unión rígida desmontable

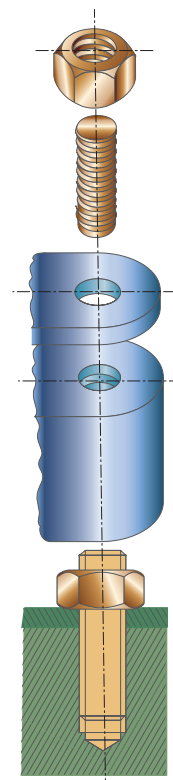
Aquella en que se puede realizar el montaje y desmontaje de sus componentes un número razonable de veces sin deterioro ninguno. Es el caso de unión mediante tornillos, pernos[■], espárragos, tuercas, arandelas, prisioneros, pasadores, chavetas, abrazaderas, etc.

Tornillos, pernos y espárragos

Se entiende por tornillo el elemento de sujeción constituido por una cabeza de forma variable y un cuerpo, denominado vástago, que se introduce en el agujero roscado de la pieza a la que se une.



↑ **Figura 1.2.** Tornillo y perno.

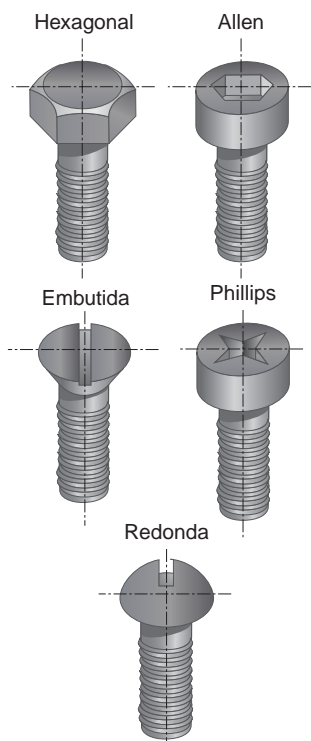


↑ **Figura 1.3.** Espárrago.

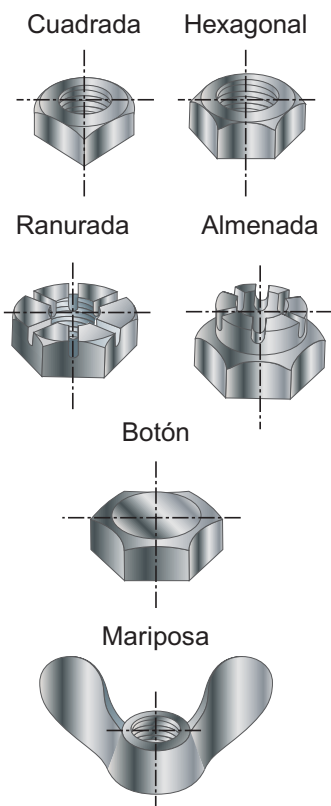
AA

El perno

Un perno es el conjunto de tornillo y tuerca.



↑ **Figura 1.4.** Cabezas de tornillos.



↑ **Figura 1.5.** Tuercas.

El tornillo se enrosca únicamente en una de las piezas, que hace de tuerca, y atraviesa libremente, con holgura, la otra u otras, destinadas a ser apretadas.

Un perno o tornillo con tuerca, por su parte, atraviesa libremente las piezas que se desean unir, quedando éstas presionadas entre la cabeza del perno y la tuerca que enrosca al perno en su otro extremo.

Un espárrago es un tornillo que no tiene cabeza y está roscado por sus dos lados. Uno enrosca en una pieza, a la que permanece permanentemente unido; y el otro se introduce en la otra u otras piezas a las que se quiere unir la primera, y recibe una tuerca para realizar el cierre.

Los tipos de cabezas de tornillos más utilizados en automoción son los expuestos en la figura 1.4.

Tuercas y contratuercas

Son elementos de sujeción complementarios de los pernos y espárragos.

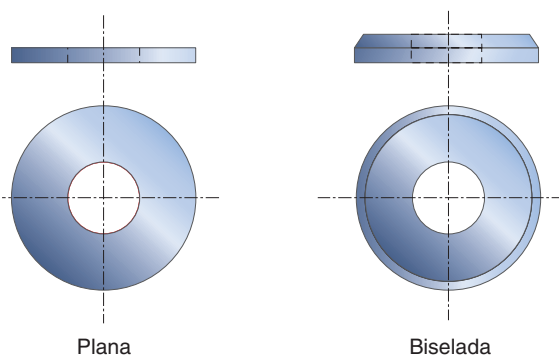
Para evitar que se afloje la tuerca, se aprieta a esta por medio de una contratuerca, que en realidad es otra tuerca, generalmente menos gruesa.

Las tuercas autoblocantes, más extendidas, evitan el aflojamiento incorporando en el agujero roscado, un anillo de plástico que hace de freno.

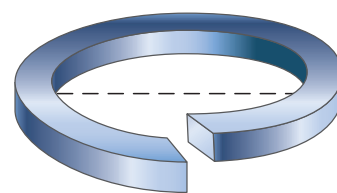
Arandelas

Son elementos complementarios de los tornillos y tuercas. Pueden ser planas o biseladas y las clasificamos según su medida nominal o diámetro interior en milímetros. Se clasifican en:

- **Arandelas de protección.** Tienen la misión de proporcionar un asiento correcto a las cabezas de los tornillos y a las tuercas, así como de repartir la presión de la cabeza del tornillo, o de la tuerca, sobre una mayor superficie de la pieza, para no dañarla.
- **Arandelas de seguridad.** Tienen por misión impedir el aflojamiento de los tornillos por las vibraciones de los elementos que los rodean.
- **Arandelas de muelle, Grower.** Cuya medida nominal será el diámetro interior.



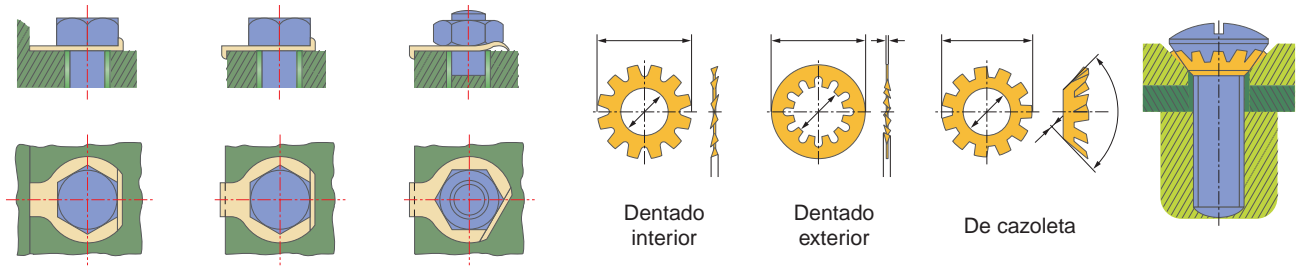
↑ **Figura 1.6.** Arandelas.



↑ **Figura 1.7.** Arandelas Grower.

- **Arandelas de seguridad con solapa.** Es una arandela normal provista de una solapa cuyo extremo se dobla sobre una arista de la pieza. La parte de arandela se dobla por su parte sobre una cara de la tuerca cuando esta está apretada.

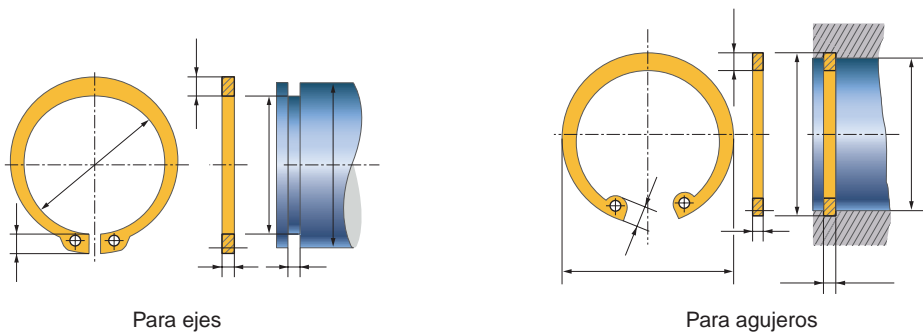
- **Arandelas dentadas.** Los dientes o muescas se clavan en el material, impidiendo el giro de los dos elementos en contacto.



↑ **Figura 1.8.** Arandelas de solapa.

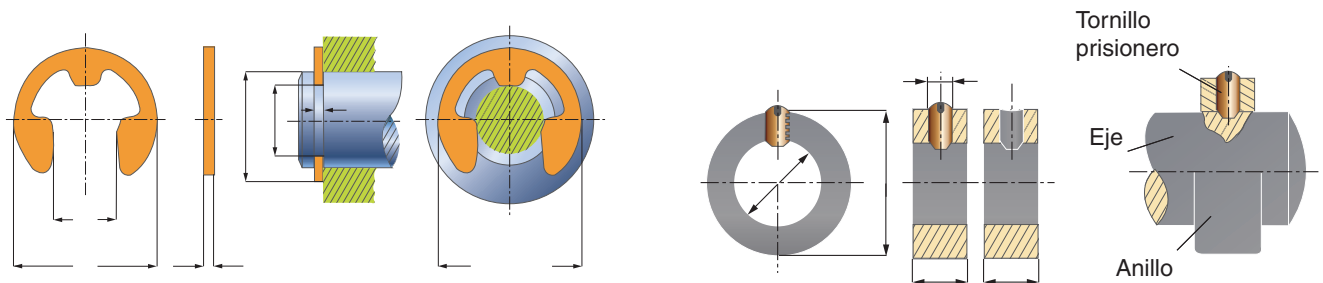
↑ **Figura 1.9.** Arandelas dentadas.

- **Arandelas de seguridad para ejes y para agujeros,** denominadas también anillos seeger o circlips.



↑ **Figura 1.10.** Anillos seeger o circlips.

- **Arandelas elásticas de retención.**
- **Anillos de retención.** Son anillos cilíndricos que disponen en sentido radial de uno o más prisioneros.

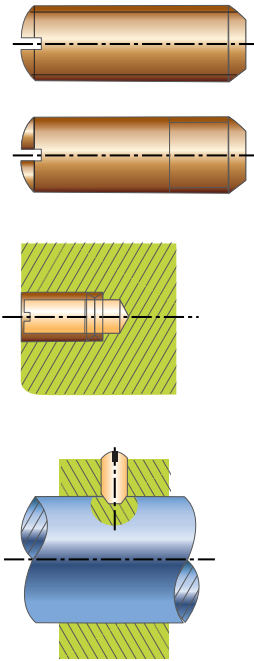


↑ **Figura 1.11.** Arandelas de retención.

↑ **Figura 1.12.** Anillo de retención.

Prisioneros

Son elementos roscados normalizados, sin cabeza; con ranura o hexágono interior para apretarlos por un extremo, y con el otro terminado en punta redondeada o cónica para apoyar en su alojamiento. Se utilizan para realizar esfuerzos pequeños de frenado, posicionamiento o bloqueo.



↑ **Figura 1.13.** Tornillos prisioneros.

Pasadores

Por el uso a que se destinan, se dividen en: pasadores cilíndricos, elásticos (se emplean en las cajas de cambio), cónicos, de aletas (empleados en las rótulas de la dirección y suspensión), etc.

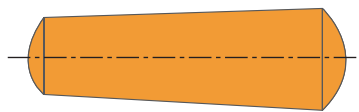
Sus principales funciones son las de actuar en posicionado, liberar los tornillos de cargas cortantes, unir piezas transmitiendo momentos y esfuerzos axiales y bloquear tuercas para evitar que se aflojen.



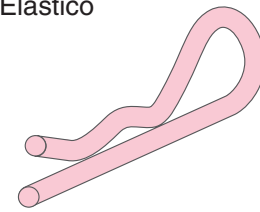
Cilíndricos



Elástico



Cónicos



De horquilla

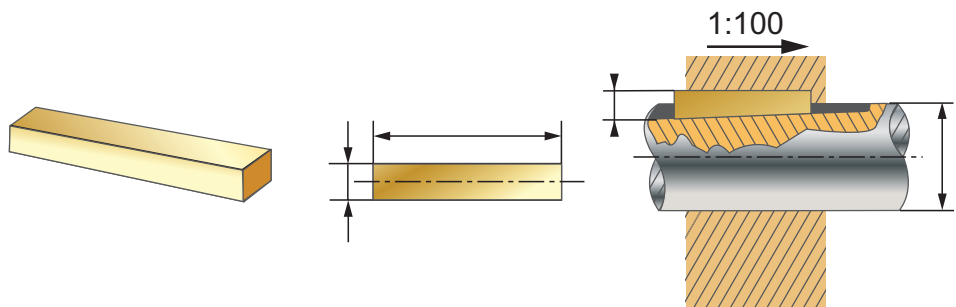


De aletas

↑ **Figura 1.14.** Pasadores.

Chavetas

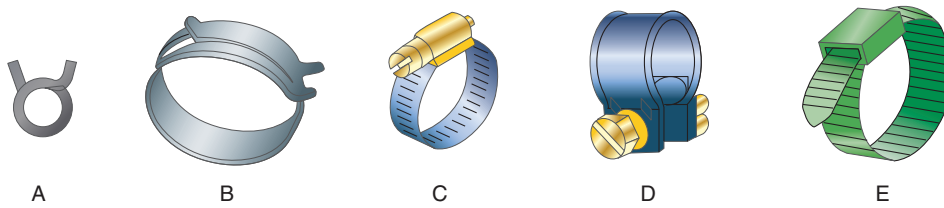
Son unas piezas prismáticas de acero, de sección rectangular y ligeramente cónicas en sentido longitudinal. Van alojadas a presión, dentro de un chavetero, también de sección rectangular, practicado parte en el eje y parte en la pieza que se ha de solidarizar con el eje.



↑ **Figura 1.15.** Chaveta.

Abrazaderas

Se emplean para acoplar tubos elásticos (de plástico o goma) a tubos metálicos o racores, sin que haya fugas en las juntas. En automoción se utilizan mucho para los manguitos de goma del circuito de refrigeración o para los fuelles de la transmisión y dirección.

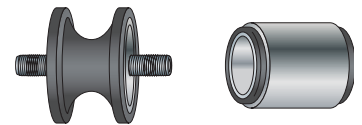


- A. Abrazadera de muelle
- B. Abrazadera de lámina flexible
- C. Abrazadera de tornillo sinfín
- D. Abrazadera con tornillo y tuerca
- E. Abrazadera de plástico o brida (Ilustración cedida por Dorman)

↑ **Figura 1.16.** Abrazaderas.

Unión elástica o silenblocs

Utiliza un vínculo intermedio flexible, de caucho, goma, etc., que se coloca entre las dos piezas que se desea juntar y cuya misión es frenar o amortiguar las vibraciones en la transmisión del movimiento de una pieza a otra, se utilizan en los brazos de la suspensión, soportes, motor, etc.



↑ **Figura 1.17.** Silenblocs.

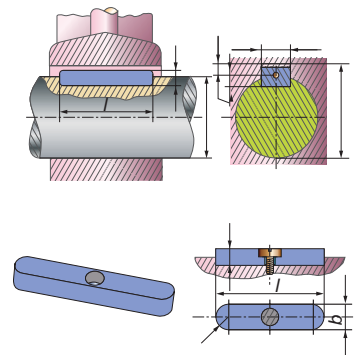
Unión móvil

Existe unión móvil cuando el desplazamiento de una de las piezas está controlado, dirigido y asegurado por las otras.

Unión móvil deslizante

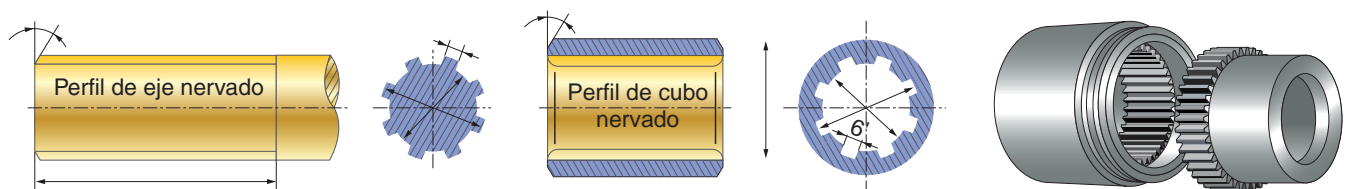
Esta forma asegura, a la vez, el desplazamiento en traslación y la inmovilización en rotación.

- **Lengüetas.** Son piezas prismáticas con los extremos redondeados y dos caras planas paralelas. Van situadas en el árbol y fijas a él con tornillos de cabeza empotrada. La parte saliente va alojada con holgura en otra ranura practicada en la pieza que contiene al eje, para poder desplazarse la una sobre el otro.
- **Ejes y cubos ranurados o entallados.** Los ejes ranurados tienen por objeto transmitir grandes esfuerzos. Las nervaduras o flancos son rectos. Son muy empleados para las ruedas deslizables de las cajas de cambio y embragues.



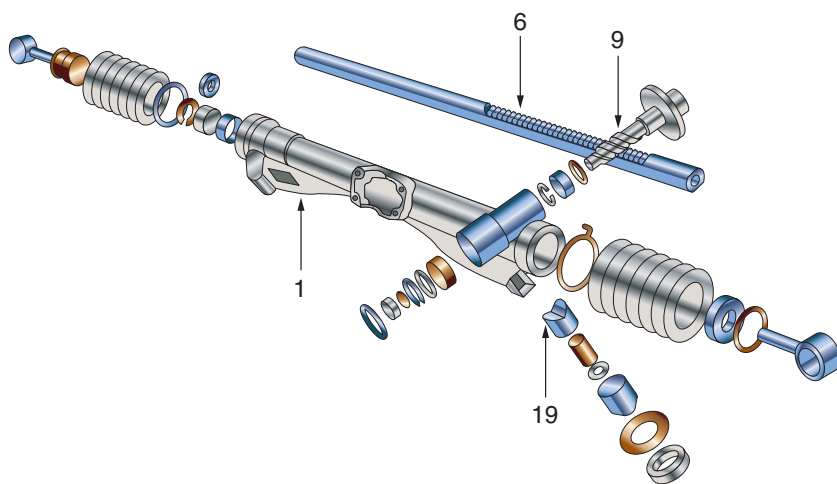
↑ **Figura 1.18.** Lengüetas.

Los ejes **entallados** finos son una variante de los ejes nervados que no admiten deslizamientos axiales de los órganos de transmisión; es decir, están pensados para acoplamiento fijo. Se emplean para transmitir movimientos y esfuerzos en cubos de ruedas, pedal de marcha de las motos, etc.

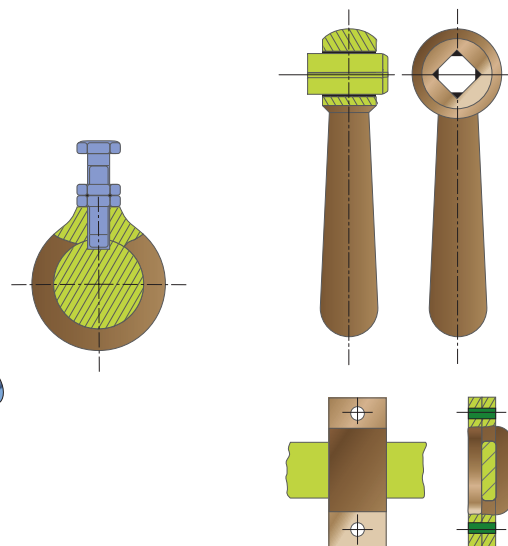


↑ **Figura 1.19.** Ejes y cubos ranurados.

- **Otros tipos de uniones deslizantes.** Consisten en ejes que se deslizan dentro del agujero o soporte, el cual evita que estos ejes giren respecto al soporte.
 - Barra de cremallera, empleada en las direcciones de cremallera. La barra (6) engrana con un piñón (9) que accionamos con la columna de la dirección. Este piñón hace desplazar, pero no girar, a la barra dentro de la carcasa (1). Para ajustar la holgura sufrida por el desgaste entre barra y carcasa, empleamos un pulsador (19) empujado por un muelle y fijado por una contratuerca.
 - Eje deslizante de base cuadrada, empleado en la transmisión de maquinaria agrícola.



↑ **Figura 1.20.** Dirección de cremallera.



↑ **Figura 1.21.** Uniones deslizantes.

Unión móvil giratoria

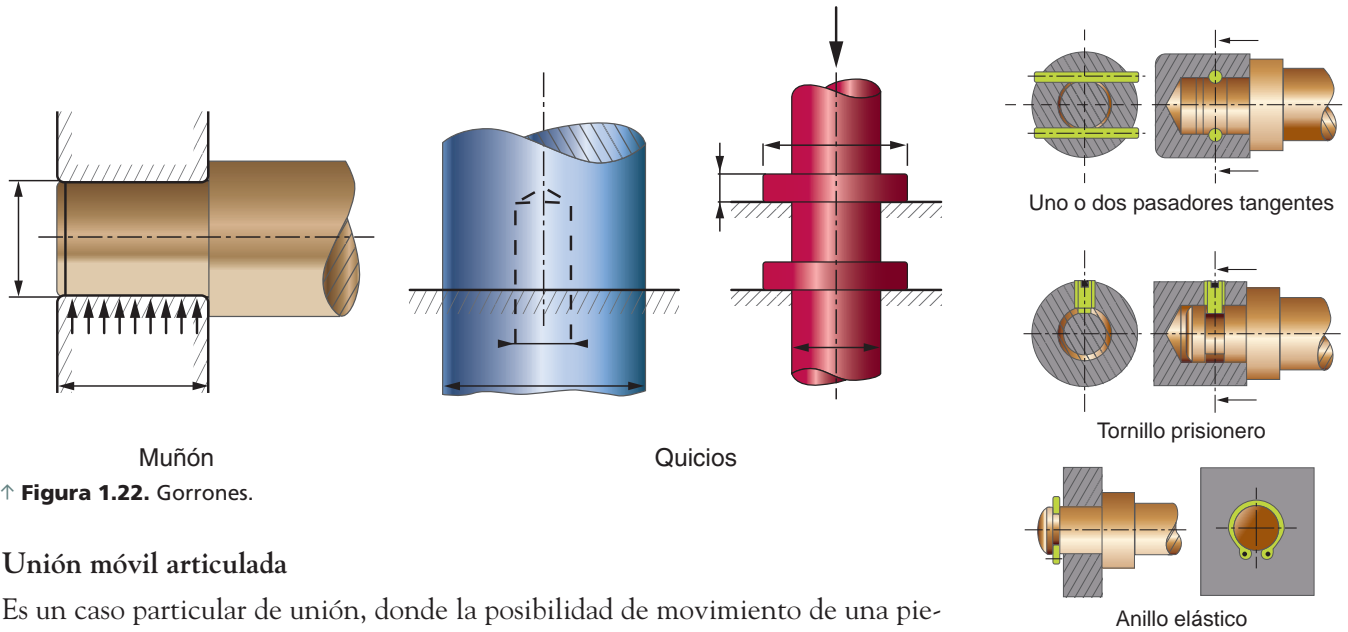
Las dos piezas son solidarias únicamente en traslación. En rotación, en cambio, son libres y pueden girar la una con relación a la otra. Un árbol rota respecto al apoyo.

Ejes. Son elementos estáticos de sección circular que sirven de apoyo a uno o más órganos móviles que giran sobre él.

Árboles. Son elementos dinámicos de sección circular que transmiten un movimiento, mediante los elementos mecánicos que lleva montados solidariamente, girando apoyado en unos asientos o soportes.

Gorrones. Son las partes del eje o árbol que se apoyan en los soportes. Según sea la dirección de la carga respecto al eje, se clasifican en **radiales o muñones**, cuando la carga es perpendicular al eje, y **axiales o quicios**, cuando la carga actúa en la misma dirección del eje.

- **Otros tipos de uniones móviles giratorias son:** uno o dos pasadores tangentes (rótulas de dirección y suspensión), tornillo prisionero, anillo elástico, etc.



Muñón

Quicios

↑ **Figura 1.22.** Gorrones.

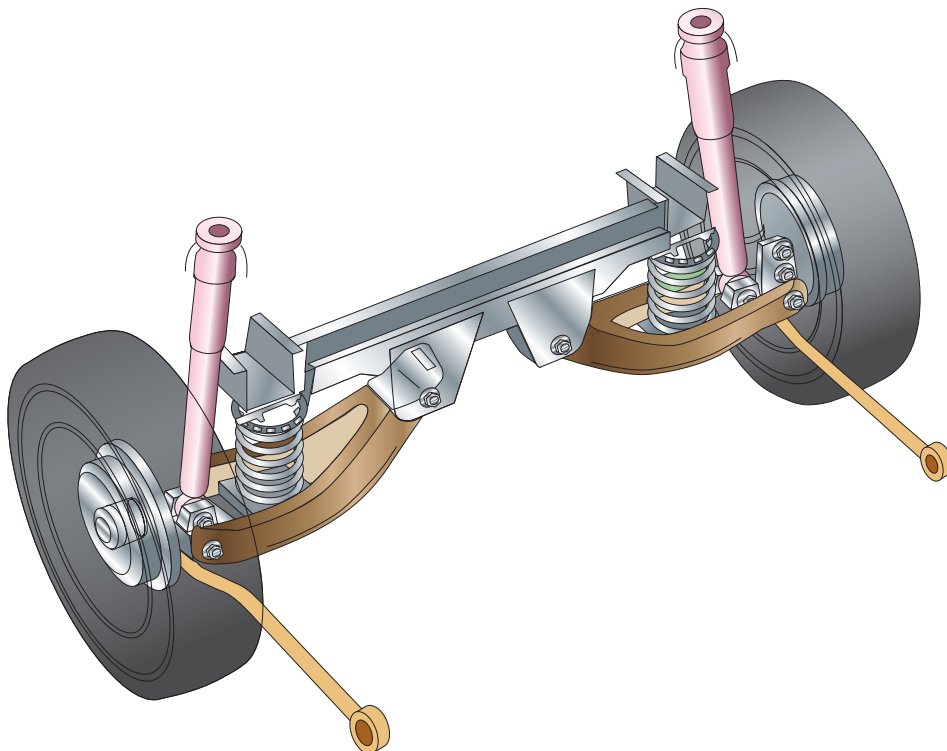
Unión móvil articulada

Es un caso particular de unión, donde la posibilidad de movimiento de una pieza respecto a otra queda limitada a un giro parcial de la primera respecto a la segunda.

Si una de las piezas se balancea alrededor de un eje, se denomina articulación de horquilla.

Si la pieza articulada gira alrededor de un punto, se denomina articulación de rótula.

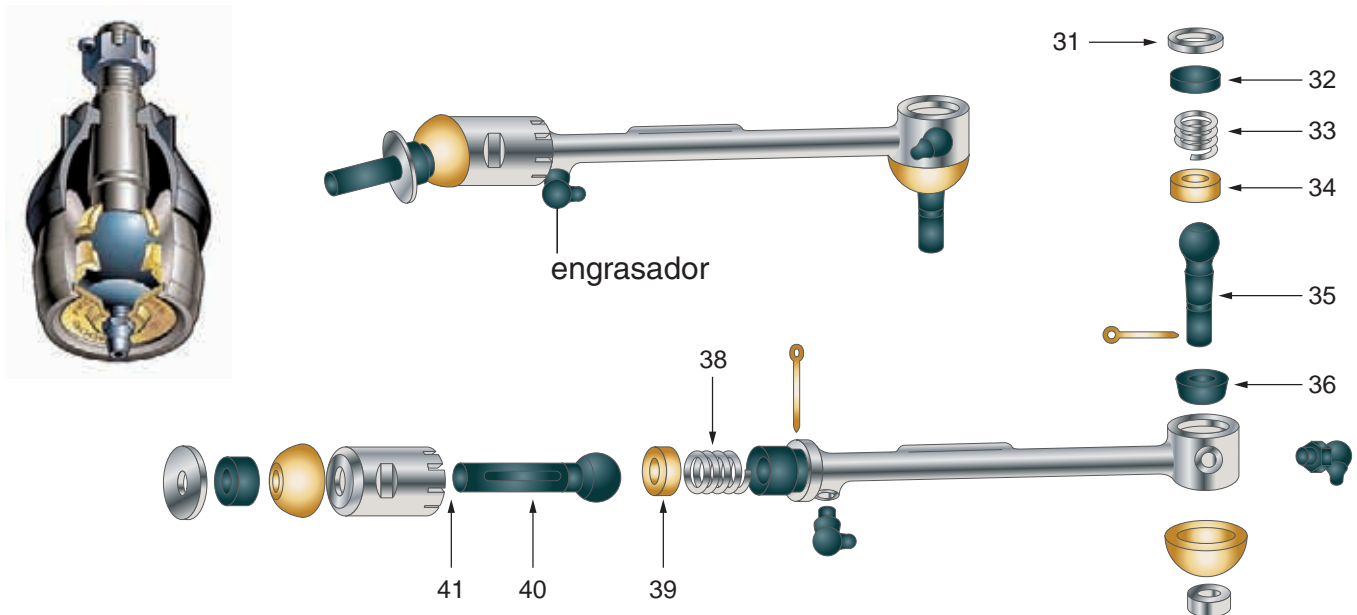
– **Articulación de horquilla.** Una de las piezas lleva una horquilla en la cual se aloja la otra; ambas están unidas por el eje de articulación. La pieza móvil no puede efectuar una rotación completa alrededor de su eje.

↑ **Figura 1.23.** Otros tipos de uniones giratorias.↑ **Figura 1.24.** Horquilla de suspensión.

Se utiliza en los sistemas de accionamiento del cambio y en los brazos de la suspensión de los vehículos. Entre el eje de articulación (2) y el brazo de articulación (3), se interpone un casquillo elástico (4) que amortigua las vibraciones.

- **Articulación de rótula.** Las rótulas están formadas por un perno con cabeza esférica (35 ó 40), que acopla una placa (32) y un anillo seeger o circlips (31) en los semicojientes esféricos (34 y 36 ó 39 y 41), mantenidos en posición por un muelle (33 ó 38). Por la parte inferior se dispone un guardapolvo que evita la entrada de polvo o salida de la grasa que introducimos por el engrasador.

El muelle permite una cierta elasticidad capaz de absorber las vibraciones y, al mismo tiempo, ajusta automáticamente la holgura que pueda haber. Por otra parte nos podemos fijar en el detalle de los pasadores de aletas. Otro tipo de rótula es la que tiene el perno roscado en el extremo y la fijación se realiza con una tuerca en sustitución del pasador de aletas.



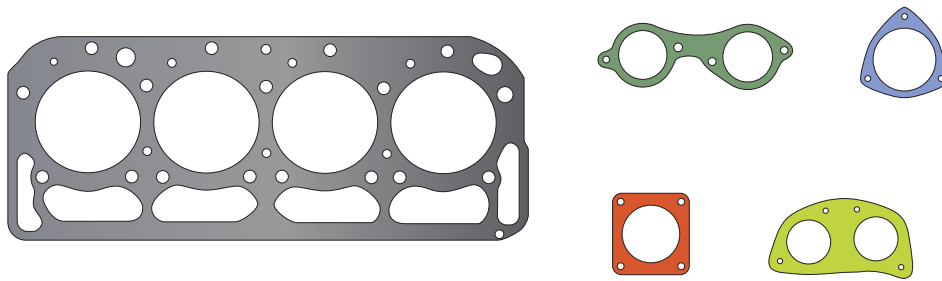
↑ **Figura 1.25.** Bieleta de la dirección. Articulación de rótula.

1.3. De impermeabilidad

Tienen por objeto evitar que se derramen al exterior los fluidos (líquidos o gases) contenidos en depósitos y conducciones e impedir la entrada de agentes exteriores (polvo, humedad, etc.), que podrían perjudicar el funcionamiento de los componentes internos de la misma.

- **Juntas de estanqueidad.** En las uniones fijas entre dos piezas que deben contener un líquido o gas, el perfecto acabado entre las dos superficies en contacto o **asientos** no es suficiente para conseguir la estanqueidad, por lo que se emplean las juntas. Consisten en una lámina de amianto aprisionada entre dos chapas muy finas de acero o de cobre, cuando se trata de soportar elevadas presiones y temperaturas (juntas de culata). Otras veces son de caucho, corcho o plástico (juntas del cárter del aceite), según las condiciones de trabajo.

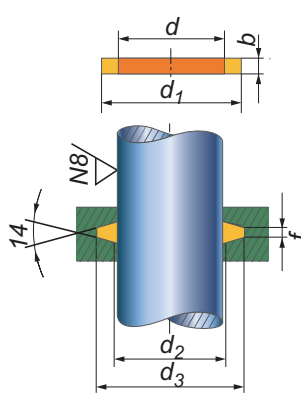
Siempre que se hace el desmontaje de este tipo de uniones es conveniente sustituir las juntas por otras nuevas, añadiéndoles en algunos casos una especie de pasta o sellador hermético.



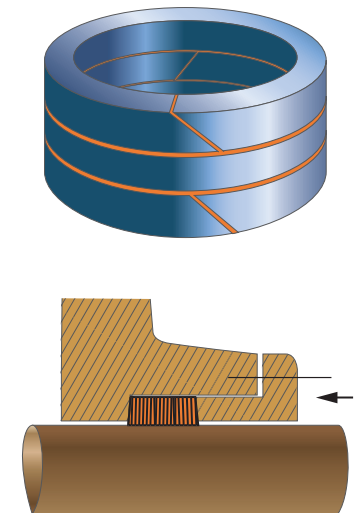
↑ **Figura 1.26.** Juntas de estanqueidad.

– **Obturadores.** Se emplean en las uniones móviles para impedir fugas del aceite o grasas de engrase existentes en los ejes deslizantes o giratorios, y evitar, con su protección, que entre suciedad en su interior.

1. **Anillos de fieltro o juntas tóricas de caucho.** Se emplean generalmente para la lubricación por grasa. Los anillos se colocan en canales hechos a propósito en los lados del soporte.
2. **Prensaestopa con empaquetadura.** Pueden tener forma de cazoleta, copa o vaso.

	<i>d</i>	<i>d</i> ₁	<i>b</i>	<i>d</i> ₂	<i>d</i> ₃	<i>f</i>
	17	27	4	18	28	3
	20	30	4	21	31	3
	25	37	5	26	38	4
	30	42	5	31	43	4
	35	47	5	36	48	4
	40	52	5	41	53	4
	45	57	5	46	58	4
	50	66	6,5	51	67	5
	55	71	6,5	56	72	5
	60	76	6,5	61,5	77	5

↑ **Figura 1.27.** Anillos de fieltro.

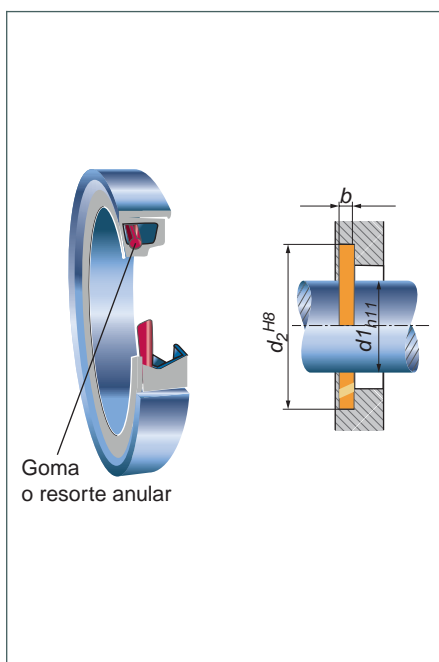


↑ **Figura 1.28.** Prensaestopa con empaquetadura.

3. **Retenes.** Llamados también anillos de retención o juntas. Son elementos importantes en toda clase de máquinas y vehículos.

Son de goma sintética y están provistos de un labio apropiado, apretado sobre el eje por la elasticidad de la goma y la acción de un resorte anular. Son muy apropiados para elevadas revoluciones, pueden tener un alma metálica incorporada al anillo exterior.

Estos anillos deben ser montados untados en aceite, para suplir, al principio, la carencia de este y quitar el alabeo del labio, impidiendo la salida del lubricante. Y con el labio hacia el interior.



Dimensiones en mm						
d ₁	b	d ₂ (surtido)				
10	7	19	22	24	26	
12	7	22	24	28	30	
15	7	24	26	30	32	40
17	7	28	30	32	35	47
20	7	30	32	35	40	52
25	7	35	40	42	47	62
30	7	40	42	47	52	
35	7	47	50	52	62	
40	7	52	55	62	72	
45	8	60	62	65	72	
50	8	65	68	72	80	

↑ **Figura 1.29.** Retenes.

- **Fuelles o guardapolvos.** Se utilizan en las rótulas de la dirección y en las juntas homocinéticas de la transmisión o palieres principalmente. En estas últimas se comercializan con una bolsa de grasa, para añadir en el momento del montaje.
- **Junta tórica.** Se denomina **junta tórica**, a un elemento toroidal de goma elástica, que tiene como funcionalidad asegurar la estanqueidad



↑ **Figura 1.30.** Juntas de estanqueidad.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. ¿Para qué llevan las tuercas almenadas sus ranuras?
2. ¿Es indiferente el sentido de las ranuras a la hora de colocar una arandela dentada?
3. Identifica los ejes y cubos ranurados en la transmisión de un vehículo.
4. ¿Dónde irían los retenes en el motor de la figura inicial de la unidad?
5. Localiza en un vehículo los fuelles de la transmisión.

2. Elementos de guiado y apoyo

En todas las uniones móviles existe un movimiento relativo entre dos superficies, a fin de facilitar el deslizamiento y reducir el desgaste. Los gorriones se apoyan sobre cojinetes montados en los soportes. Los cojinetes pueden clasificarse, según su modo de trabajar, en **cojinetes o cojinetes de deslizamiento** cuando el rozamiento entre gorrón y cojinete se efectúa por deslizamiento; y en **rodamientos o cojinetes de rodadura**, cuando el rozamiento es por rodadura.

2.1. Cojinetes de deslizamiento

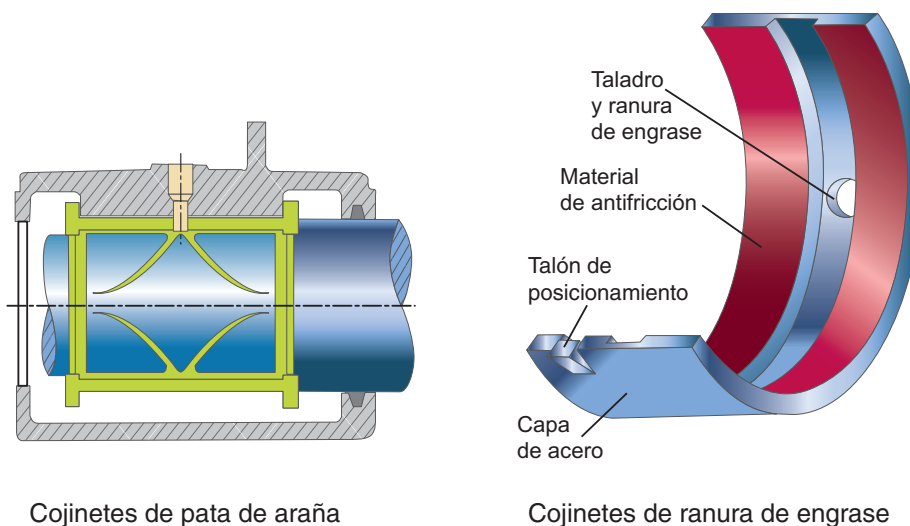
El empleo de cojinetes de fricción supone una solución más económica respecto de aquella que emplea cojinetes de rodadura.

Los cojinetes de fricción no pueden ser utilizados para elevadas revoluciones, a menos que la carga que soporten sea pequeña.

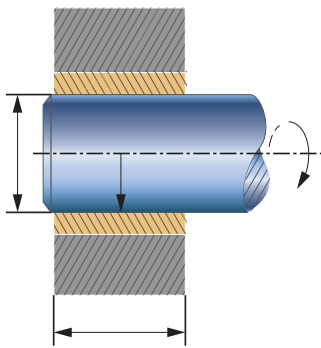
Excepcionalmente, se pueden emplear los cojinetes de fricción, utilizando lubricación a presión, para soportar fuertes cargas y elevadas velocidades; por ejemplo, semicojinetes de biela y de cigüeñal de un motor alternativo.

Clases de cojinetes de fricción

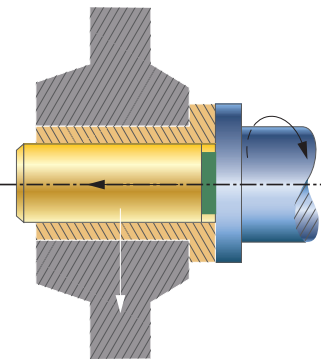
La fabricación de este tipo de cojinetes se realiza según la figura 1.31, a partir de chapa de acero recubierta en su cara interna, la superficie de trabajo, con una aleación antifricción que le proporciona un rozamiento suave y evita el desgaste del árbol. Los cojinetes deben estar lubricados durante su funcionamiento, normalmente por barboteo o a presión, por lo que disponen de unas ranuras de engrase comunicadas con un orificio, por donde entra el aceite a presión. Otras veces, las ranuras son curvas para facilitar la distribución de la lubricación. A estas ranuras les llamamos patas de araña. Al mismo tiempo, gracias a su bajo punto de fusión, si se calienta excesivamente por falta de engrase, el cojinete se funde y así se evita el agarrotamiento o gripado de las partes en movimiento. El material antifricción es más blando que el del eje que gira, por lo que el desgaste se produce en el cojinete, que es el que se sustituye en las reparaciones.



↑ **Figura 1.31.** Cojinetes con patas de araña.

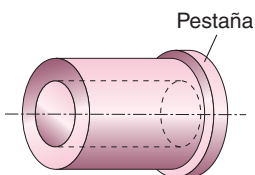
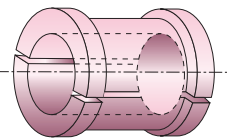
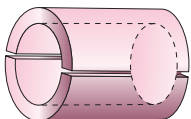
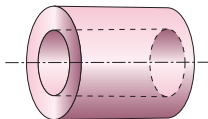


Radial



Axial y radial

↑ **Figura 1.32.** Cojinetes axiales y radiales.



↑ **Figura 1.33.** Cojinetes axiales y radiales (enteros y partidos).

Un ejemplo típico en automoción es cuando se dice que se ha fundido una biela.

Atendiendo a su forma de trabajo (figura 1.32), los cojinetes pueden ser radiales o axiales.

Según su forma constructiva pueden ser (figura 1.33):

- **Enteros.** El cojinete se compone de un cilindro hueco, en este caso llamado casquillo.
- **Partidos.** Está formado por dos semicasquillos.

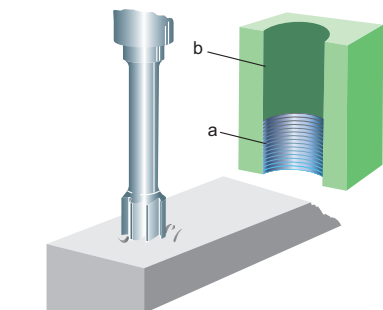
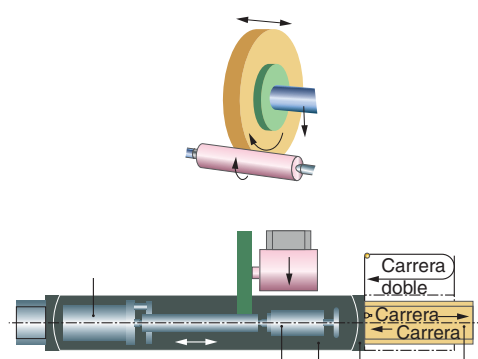
Sistemas de montaje y ajuste

En el montaje hay que inmovilizar la superficie exterior de los cojinetes con el soporte, siendo la superficie interior la parte deslizante:

- Para los casquillos enteros, por medio de un ajuste forzado.
- Para los casquillos partidos, se fijan al soporte por medio de unos sombreretes y unas pestañas, o talón de posicionado, en los bordes (figura 1.31), que se asientan en unos entrantes del soporte.

A pesar del engrase, los cojinetes y gorriones se desgastan por el rozamiento, aumentando la holgura entre ellos. Para ajustar la holgura, necesitamos soluciones como las siguientes:

- Para los casquillos: rectificamos el árbol y sustituimos el cojinete por otro nuevo de sobremedida. En un principio, el eje rectificadno entra en el nuevo cojinete, por lo que debemos escariar el nuevo cojinete hasta hacer un ajuste perfecto con el árbol rectificadno.
- Para cojinetes partidos: se trata de rectificar el árbol desgastado y sustituir los semicojinetes por otros de mayor grosor, cojinetes con sobremedida, que cubran el espacio perdido en el rectificadno y se ajusten perfectamente. Ejemplo: los semicojinetes de biela y de cigüeñal.



Trabajo de escariado realizado con taladradora vertical; a) taladrado; b) escariado.

↑ **Figura 1.34.** Rectificado de ejes.

2.2. Cojinetes de rodadura o rodamientos

Están constituidos por un anillo interior, **vía o pista interior**, unido solidariamente al árbol o eje; otro anillo exterior, **vía o pista exterior**, unido al soporte del cojinete; y un conjunto de elementos rodantes (que pueden ser bolas, rodillos o conos), separados entre sí por medio de una jaula que mantiene cierta distancia entre ellos.

El empleo de rodamientos, aunque encarece el mecanismo, reduce considerablemente el rozamiento, el desgaste y el lubricante necesario. Además permite mayor velocidad de empleo, y admite mayores cargas, tanto axiales como radiales. Sin embargo, no son muy propicios cuando soportan choques o sobrecargas.

Tipos de rodamientos

En los catálogos de las casas de fabricantes de rodamientos se encuentran diferentes modelos adaptados a la magnitud y dirección de las cargas aplicadas. Un resumen de los mismos aparece en la siguiente clasificación:

Rodamientos radiales para cargas perpendiculares al eje

- **Rodamiento rígido de bolas, de una o dos hileras.** Este tipo de rodamiento no soporta más que empujes radiales.
- **Rodamiento rígido de bolas de contacto angular.** La carga se transmite de un camino de rodadura al otro, bajo un ángulo de contacto de 40° , con lo que se consigue una elevada capacidad de carga axial. Existen rodamientos de contacto angular con dos hileras de bolas capaces de absorber las cargas axiales en ambos sentidos.
- **Rodamiento oscilante de bolas o de rótula.** Dispone de dos hileras de bolas con un camino de rodadura común y esférico en el aro exterior. Tiene la propiedad de auto-orientarse, y compensar de este modo posiciones inclinadas del árbol respecto al soporte, así como flexiones del árbol.
- **Rodamiento de rodillos cilíndricos.** No pueden soportar más que empujes radiales.
- **Rodamiento de agujas.** Únicamente soportan cargas radiales. Se usan cuando interesa que haya poca diferencia de diámetros y existen cargas bruscas.
- **Rodamiento oscilante de rodillos.** Contiene dos hileras de rodillos simétricos en forma de tonel, que pueden orientarse libremente en la superficie de rodadura esférica del aro exterior.



↑ **Figura 1.35.** Protecciones y estanqueidades.

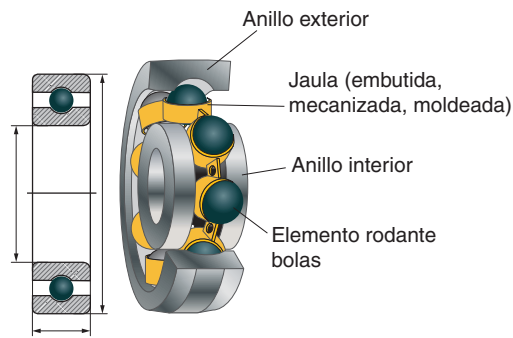
Rodamientos axiales para cargas paralelas al eje

- **Rodamiento axial de bolas.** Pueden ser de **simple efecto** absorbiendo cargas axiales en un solo sentido, o de **doble efecto**, absorbiendo cargas axiales en los dos sentidos.

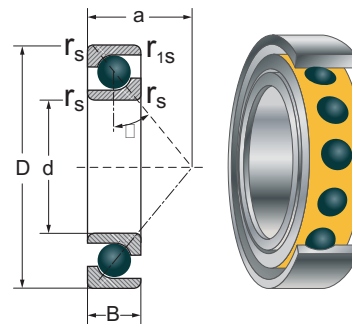
Rodamientos para cargas oblicuas

Los **rodamientos cónicos** pueden transmitir grandes cargas axiales y radiales. Permiten simplificar considerablemente los montajes, mediante la supresión de com-

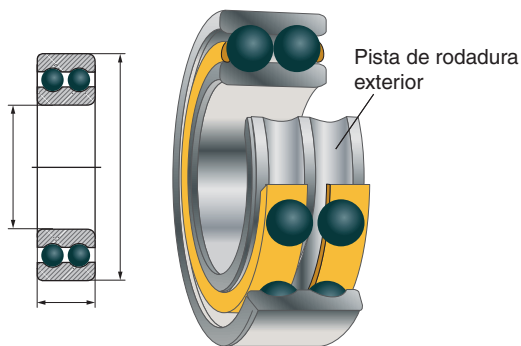
binaciones de rodamientos axiales y radiales, ya que los rodillos cónicos cumplen la finalidad de ambos.



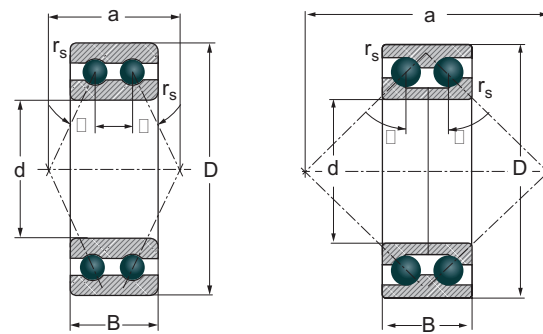
Rodamiento rígido de bolas de una hilera TIPO 6



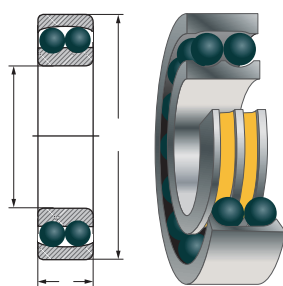
Rodamiento con contacto angular en un sentido TIPO 7



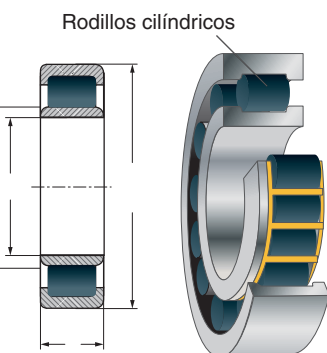
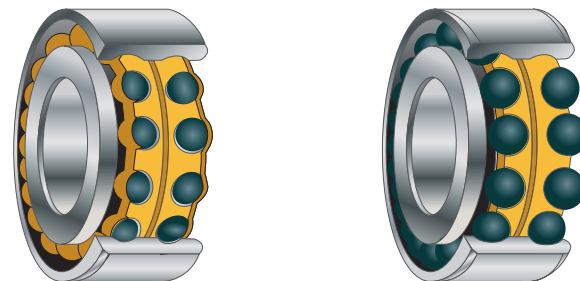
Rodamiento rígido de bolas con dos hileras TIPO 4



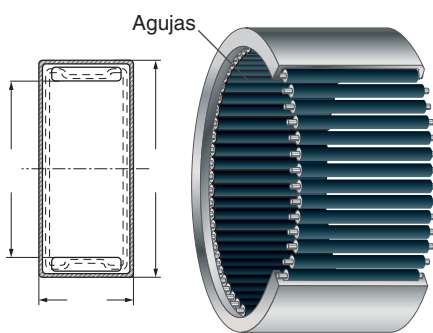
Rodamiento con contacto angular en dos sentidos TIPO 0



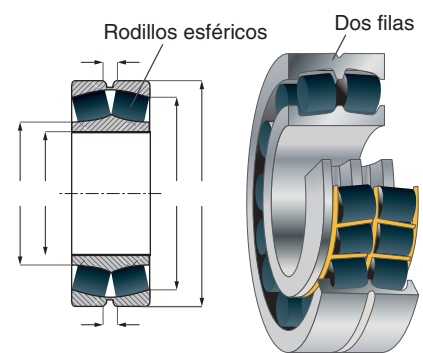
Rodamiento oscilante de bolas TIPO 1



Rodamiento de rodillo cilíndricos TIPO N



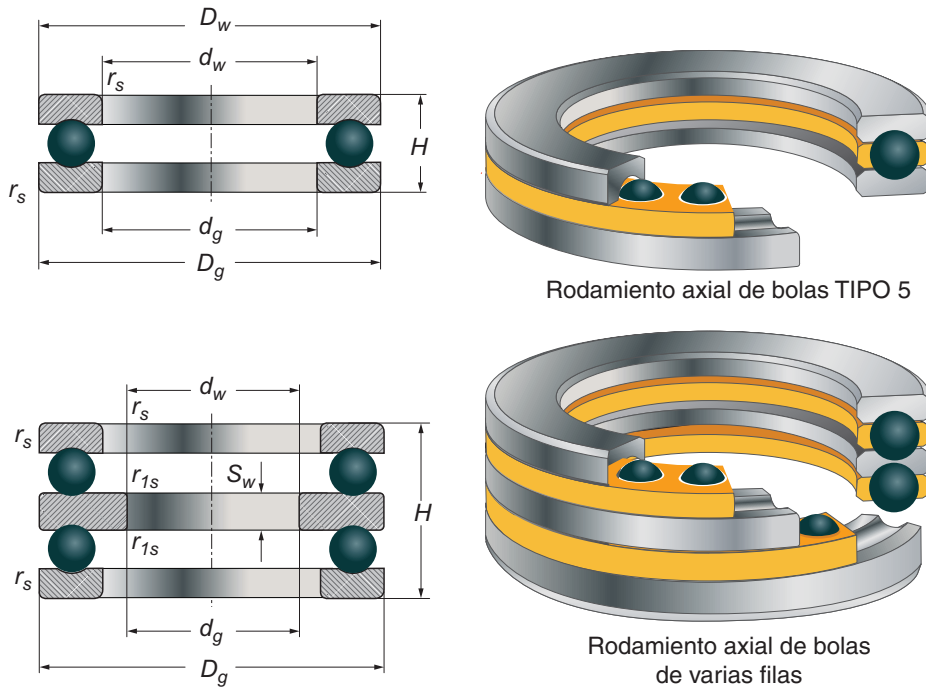
Rodamiento de agujas



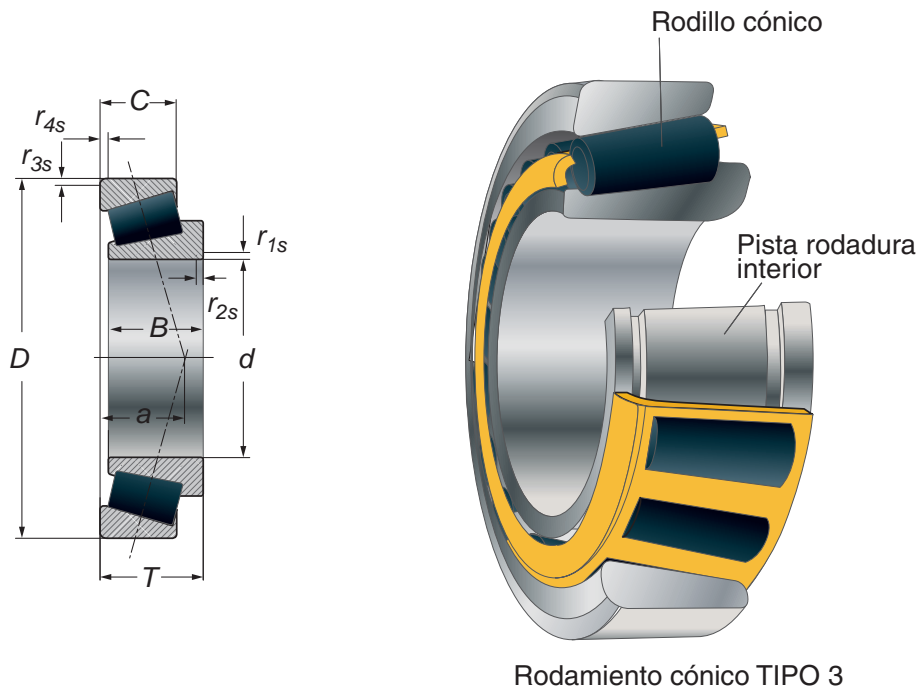
Rodamiento de rótula u oscilante de rodillos TIPO 2

Rodamiento de rodillos. Dos hileras

↑ **Figura 1.36.** Tipos de rodamientos.



↑ **Figura 1.37.** Rodamientos.



↑ **Figura 1.38.** Rodamientos cónicos.

Elección del tipo de rodamiento

Según las condiciones de trabajo, nos decidiremos por un tipo de rodamiento, cuyas características cumplan con las condiciones exigidas, según la tabla siguiente:

Característica funcional	Forma constructiva del rodamiento																
	Rodamientos radiales											Rodamientos axiales					
Absorción de carga radial																	
Absorción de carga axial																	
Adaptabilidad angular																	
Núm. de revoluciones elevado																	
Rozamiento reducido																	
Alta rigidez radial																	
Alta rigidez axial																	

La forma constructiva del rodamiento cumple la característica funcional

Muy bien Bien Suficientemente En determinadas condiciones No

↑ **Tabla 1.1.** Características de los rodamientos.

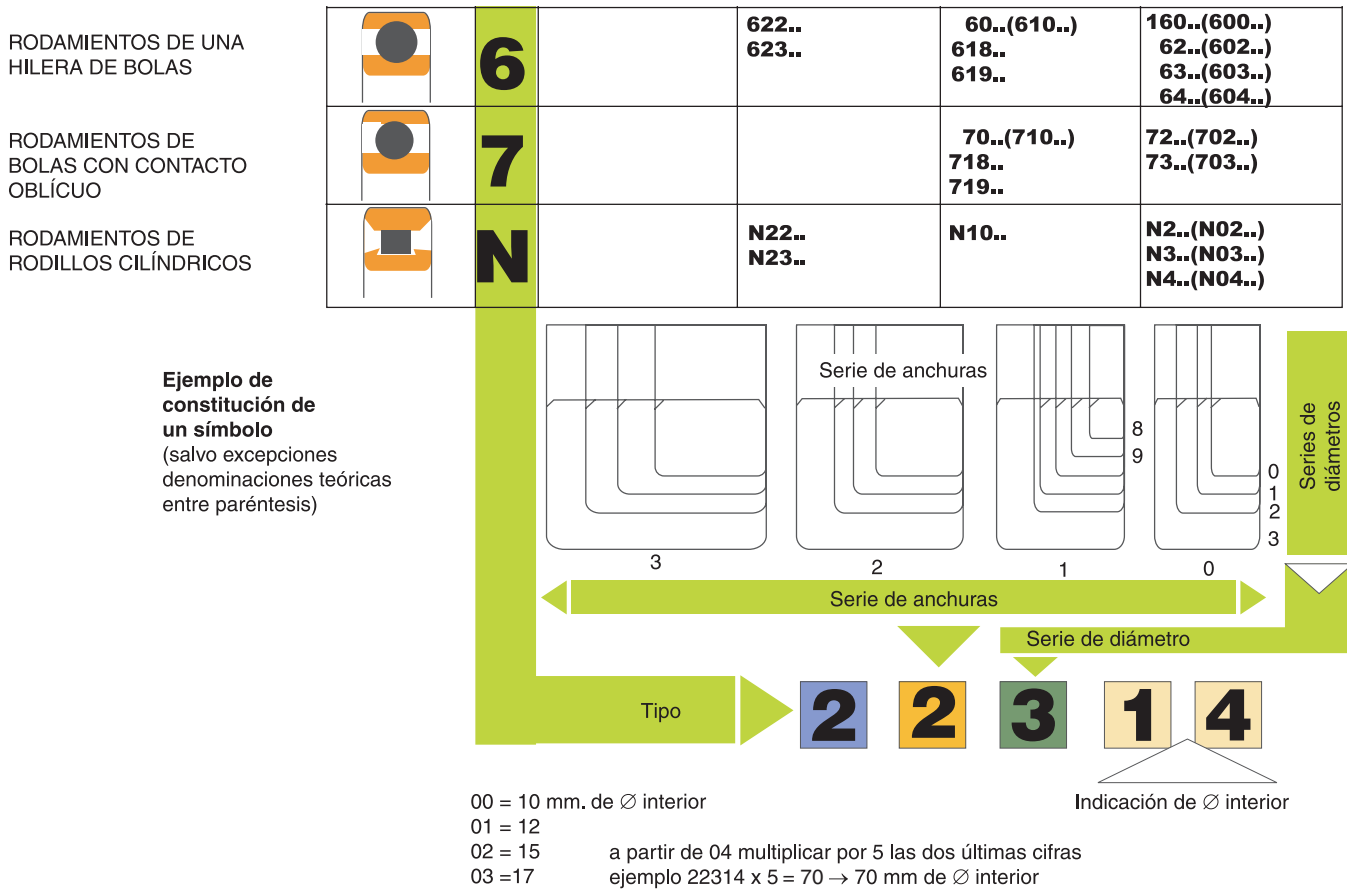
Simbolización de rodamientos

Seguidamente, consultando las tablas publicadas por los fabricantes, comprobamos que cada rodamiento se designa con 4 ó 5 cifras, a veces seguidas de unas letras.

Para cada tipo de rodamiento existen varias series o grupos de rodamientos, cada uno de los cuales se designa por las dos o tres primeras cifras.

En cada una de estas series existen los mismos diámetros interiores, que se repiten para todas las series, designadas por las dos últimas cifras.

	TIPOS	SERIES DE ANCHURA 3	SERIES DE ANCHURA 2	SERIES DE ANCHURA 1	SERIES DE ANCHURA 0
RODAMIENTOS DE CONTACTO OBLICUO DE DOS HILERAS DE BOLAS	0	32..(032..) 33..(033..)			
RODAMIENTOS A RÓTULA DE DOS HILERAS DE BOLAS	1		22..(122..) 23..(123..)		12..(122..) 13..(103..)
RODAMIENTOS A RÓTULA DE RODILLOS	2	230.. 231.. 232..	222.. 223..	213..	202.. 203..
RODAMIENTOS DE RODILLOS CÓNICOS	3	330.. 331.. 332..	320.. 321.. 322.. 323..	313..	302.. 303..
RODAMIENTOS DE DOS HILERAS DE BOLAS	4		42..(422..) 43..(423..)		
AXIALES DE BOLAS	5		Axial a doble efecto 522.. 523..	511.. 512.. 513.. 514..	



↑ **Figura 1.39.** Características de los rodamientos.

En todas las series se repiten las dos últimas cifras o diámetro interior, solo que a medida que aumentamos de serie, aumenta para los mismos diámetros interiores el diámetro exterior y el espesor, siendo más robustos los rodamientos.

En las tablas encontramos las características de los rodamientos, tales como: sus dimensiones (diámetro de los anillos interior y exterior, ancho), las cargas que pueden soportar, la velocidad máxima a que pueden girar, el número de horas de funcionamiento y otras circunstancias que se consideren importantes.

Por ejemplo: tenemos en el mercado siguientes rodamientos rígidos de bolas:

Denominación abreviada Rodam. en ejecuc. normal	Dimensiones				Capacidad de carga		Número límite de revoluciones		
	d	D	B	r	Dinámica C kg	Estática Co kg	Serie 60, 60 Z y 602 Z Lubricación con grasas	Serie 60, 60 Z Lubricación con aceite rpm	Serie 60 RS y 60 2 RS Lubricación con grasas
60 00	10	26	8	0,5	360	200	28.000	36.000	18.000
60 01	12	28	8	0,5	400	228	25.000	32.000	18.000
60 02	15	32	9	0,5	440	255	22.000	28.000	16.000
60 03	17	35	10	0,5	475	285	20.000	25.000	14.000
60 04	20	42	12	1,0	735	455	16.000	20.000	11.000
60 05	25	47	12	1,0	780	500	14.000	18.000	10.000
60 06	30	55	13	1,5	1.000	670	11.000	14.000	8.000

Denominación abreviada Rodam. en ejecuc. normal	Dimensiones				Capacidad de carga		Número límite de revoluciones		
	d	D	B	r	Dinámica C kg	Estática Co kg	Serie 60, 60 Z y 602 Z Lubricación con grasas	Serie 60, 60 Z Lubricación con aceite rpm	Serie 60 RS y 60 2 RS Lubricación con grasas
60 07	35	62	14	1,5	1.270	880	10.000	12.000	7.100
60 08	40	68	15	1,5	1.340	965	9.000	11.000	6.300
60 09	45	75	16	1,5	1.180	1.180	8.000	10.000	5.600
60 10	50	80	16	1,5	1.270	1.270	7.100	9.000	5.000
60 11	55	90	18	2,0	1.730	1.730	6.300	8.000	4.500
60 12	60	95	18	2,0	1.860	1.860	5.600	7.100	4.000
60 13	65	100	18	2,0	2.000	2.000	5.600	7.100	
60 14	70	110	20	2,0	2.500	2.500	5.000	6.300	
60 15	75	115	20	2,0	2.700	2.700	5.000	6.300	
60 16	80	125	22	2,0	3.200	3.200	4.500	5.600	
60 17	85	130	22	2,0	3.400	3.400	4.000	5.000	
60 18	90	140	24	2,5	4.000	4.000	4.000	5.000	

↑ **Tabla 1.2.** Rodamientos rígidos de bolas (RS = una arandela de obturación y 2RS = dos arandelas de obturación).

Se define como **carga estática** a la carga máxima que soporta un rodamiento en reposo (o en movimiento pendular lento), sin que aparezcan deformaciones en cualquiera de los elementos rodantes.

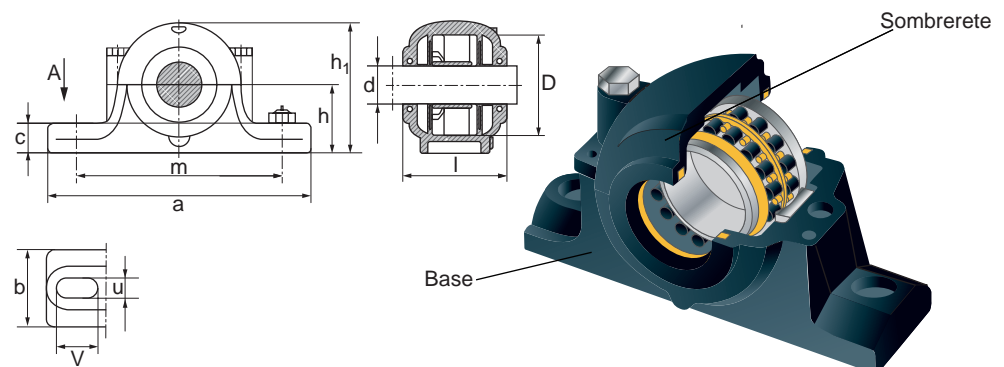
Por su parte, **carga dinámica** es la máxima carga que puede soportar un cojinete en movimiento sin que aparezcan signos de rotura en ninguno de sus elementos, durante un millón de vueltas del mismo.

A la hora de sustituir un rodamiento, encontraremos el número de denominación (cuatro o cinco cifras) troquelado en la pista interior o exterior. Debemos sustituirlo por otro con la misma denominación.

Si no aparece la denominación, mediremos los diámetros interior y exterior, así como la anchura, y lo sustituimos por otro igual según las tablas.

Sistemas de montaje

- **Soportes.** Entre los soportes y el árbol se intercalan unos elementos de guiado que suavizan el deslizamiento y disminuyen el desgaste, como sucede con los rodamientos.



↑ **Figura 1.40.** Soporte de rodamientos.

Denominación abreviada	Dimensiones											
	d	D	h	h1	l	a	b	c	m	u	v	Peso kg
SN 505	20	52	40	75	67	165	46	19	130	15	20	1,4
SN 506	25	62	50	90	77	185	52	22	150	15	20	1,9
SN 507	30	72	50	95	82	185	52	22	150	15	20	2,1
SN 508	35	80	60	110	85	205	60	25	170	15	20	3,1
SN 509	40	85	60	110	85	205	60	25	170	15	20	2,9

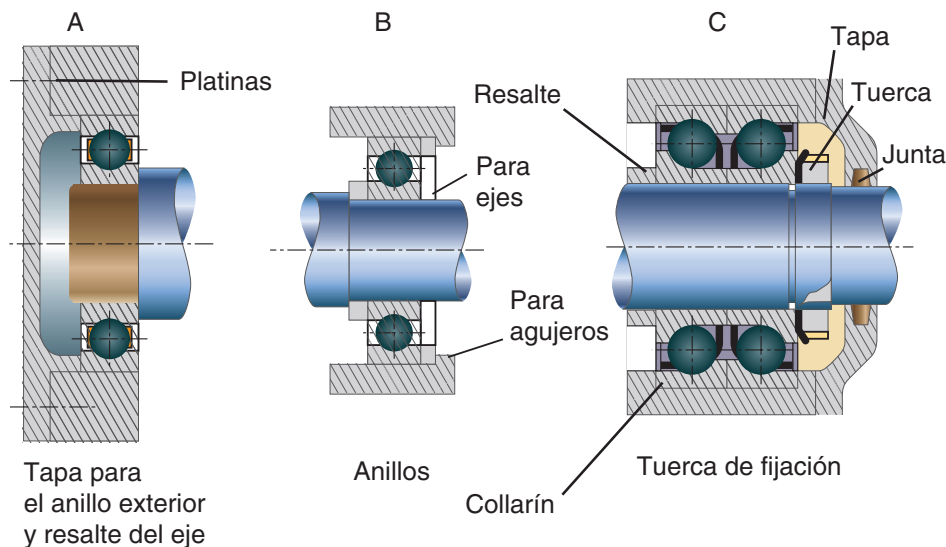
↑ **Tabla 1.3.**

– **Caja o alojamiento de rodamientos.** Los rodamientos suelen alojarse en cajas o alojamientos practicados en el bastidor.

La posición de los rodamientos generalmente se fija por su lado interno por medio de resaltes o collarines, mecanizados directamente sobre el eje o la caja de ellos, donde hacen tope, la pista interior o la exterior. Otras veces, las funciones de resalte o collarines las hacen unos casquillos concéntricos con el eje o la caja.

Según permitan un cierto deslizamiento de unos respecto a otros, o estén fijos tanto al árbol como al bastidor.

Se fijan, por el lado externo (véase la figura 1.41), con unas tapas o platinas atornilladas a la pared del bastidor (para la pista exterior), unos anillos seegers (para los aros exterior o interior) o unas tuercas de fijación (para el aro interior).



↑ **Figura 1.41.** Sistemas de fijación de rodamientos.

– **Sistemas de fijación de rodamientos.**

- **Tapa para el anillo exterior y resalte del eje.** Se emplean para pequeños esfuerzos axiales (figura 1.41-A).

- **Anillos.** Se emplea este procedimiento cuando el resalte de la pieza exterior y del eje son pequeños (figura 1.41-B).
- **Tuerca de fijación.** Es uno de los procedimientos más empleados. En determinados casos es conveniente emplear contratuerca (figura 1.41-C).

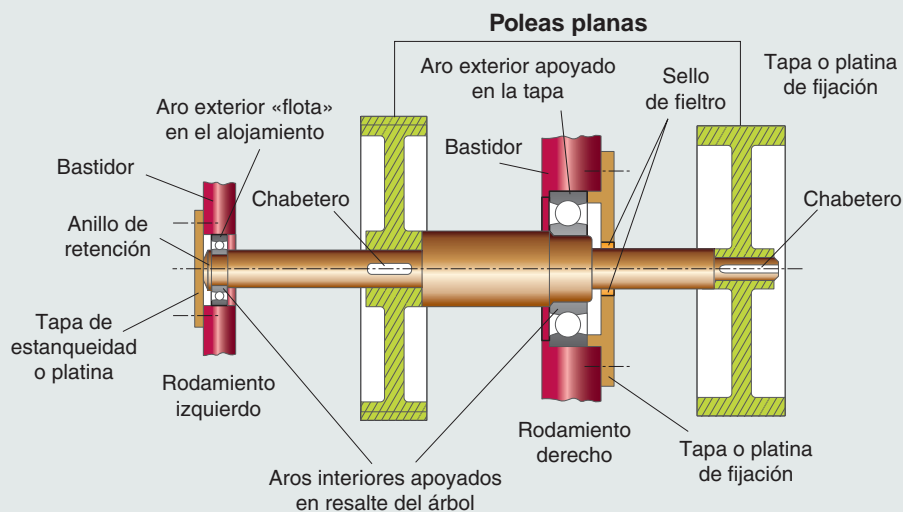
Comprobación de los rodamientos

Un rodamiento deteriorado produce durante su funcionamiento un ruido como de rugido o sonajero, vibraciones, elevación de temperatura o par anormal de arrastre, rompiéndose totalmente al poco tiempo con el daño que ello pueda causar.

Un rodamiento en perfecto estado no debe de tener la menor corrosión, exfoliación, marcas o fisuras. Además, si hacemos girar alguna de sus pistas, el rozamiento será suave, sin presentar síntomas de agarrotamiento.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

- Identifica los diferentes tipos de cojinetes radiales y axiales en un motor, así como sus soportes, su forma de montaje y de ajuste.
- Clasifica los rodamientos descritos al principio de este punto, de mejores a peores, según las siguientes características:
 - Radial rígido
 - Radial oscilante
 - Axial rígido
 - Axial oscilante
 - Mixto rígido
 - Mixto oscilante
- Entiendes el significado de las siguientes palabras?:
 - Vía o pista interior o exterior – Casquillo
 - Caja de rodamientos
 - Collarín
 - Resalte
 - Sombrero
 - Platinas
- Analiza el montaje de los rodamientos en la figura siguiente:



↑ **Figura 1.42.**

3. Mecanismos de transmisión

Se denomina transmisión o mecanismo al conjunto formado por los órganos que se emplean en las máquinas o talleres para transmitir o transformar un tipo de movimiento en otro.

Los componentes móviles más empleados en mecanismos son:

- Engranajes
- Correas
- Cadenas
- Tornillos o husillos
- Acoplamientos de árboles y palancas

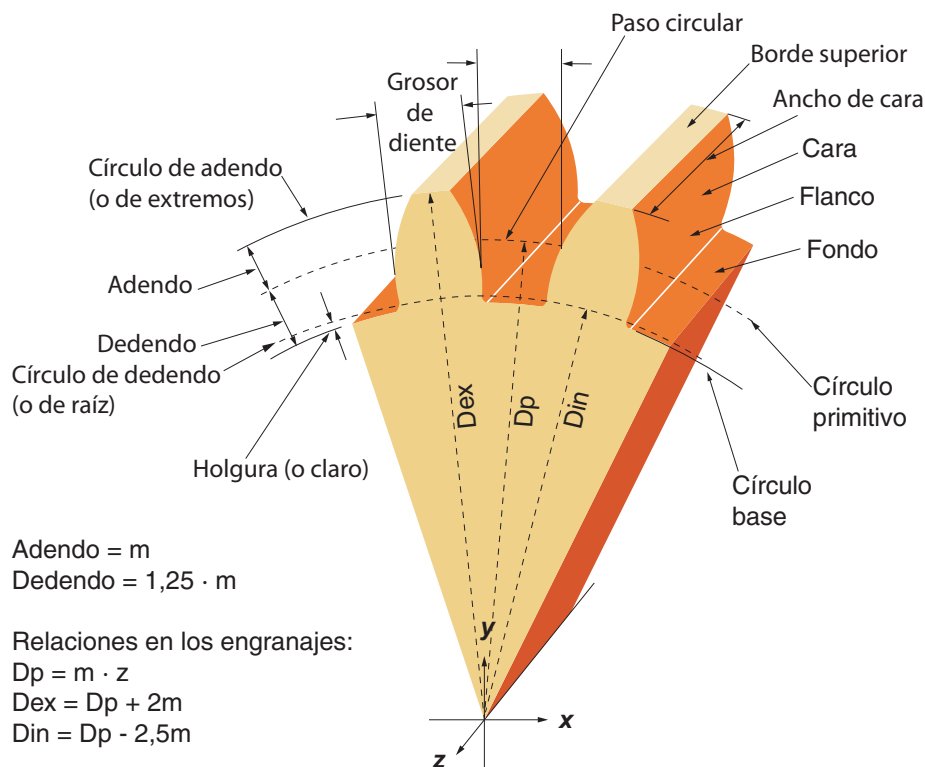
3.1. Engranajes

Es un conjunto mecánico compuesto de dos o más ruedas dentadas, cuyos dientes, enlazados entre sí, transmiten un movimiento circular de un árbol a otro.

La transmisión se realiza por empuje de un diente a otro, impidiendo el deslizamiento entre las ruedas, lo que permite transmitir grandes potencias.

Características de las ruedas dentadas

- **Circunferencias en una rueda dentada.**
 - Circunferencia de pie es aquella sobre la que se apoyan los dientes.
 - Circunferencia de cabeza es la que limita el dentado por la parte exterior.



↑ **Figura 1.43.** Características de engranajes.

- **Circunferencia primitiva (F).** Cuando dos ruedas engranan, las podríamos considerar, a efectos de transmisión de movimiento, como dos ruedas lisas que ruedan la una sobre la otra. Al diámetro de cada una de estas ruedas le llamamos diámetro primitivo. Y es un diámetro intermedio entre el de las primeras circunferencias.
- **Paso (p).**

Es el arco de circunferencia primitiva comprendida entre los centros de dos dientes consecutivos, de modo que puede escribirse:

$$\pi \cdot D_p = z \cdot p$$

Donde z es el número de dientes.

Dos ruedas dentadas engranadas deben tener el mismo paso y el mismo módulo para así poder entrelazar sus dientes.

- **Módulo (m).**

Es la relación que existe entre el diámetro primitivo y el número de dientes.

$$m = \frac{p}{\pi} = \frac{D_p}{z} \text{ (mm/diente)}$$

Por razones prácticas los valores de m se escogen creciendo de 0,25 en 0,25 hasta el valor 4, de 0,5 en 0,5 hasta 7 y de 1 en 1 hasta 16, etc.

Clases de ruedas

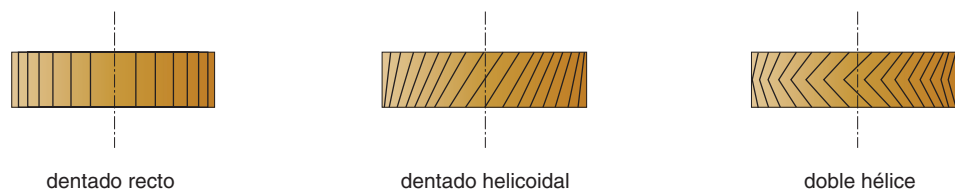
- **Ruedas cilíndricas.** Cuando la parte exterior del dentado está contenida en un cilindro.
- **Ruedas cónicas.** Cuando la parte exterior del dentado, o contorno de la rueda, es un cono.

Se acostumbra a llamar piñón a la más pequeña y rueda o corona a la más grande.

Clases de dentados

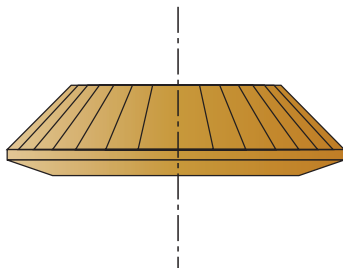
El tipo de dentado que pueden llevar los engranajes puede ser recto, inclinado o helicoidal, así como en flecha o doble dentado.

- **Recto.** Cuando los dientes tienen los flancos paralelos a sus ejes. Son los más sencillos de construir, pero tienen el inconveniente de que los dientes entran de inmediato en contacto sobre todo el ancho de cara. El impacto repetitivo de dientes contra dientes produce una vibración particular, que se oye como el rugido característico de los coches en marcha atrás. El perfil de diente más empleado es el de la evolvente del círculo.



↑ **Figura 1.45.** Dentados rueda cilíndrica.

- **Inclinado o helicoidal.** Sus flancos forman líneas helicoidales. Tienen la ventaja, sobre las de dentado recto, de ser más silenciosos debido al contacto más



↑ **Figura 1.44.** Rueda dentada cónica.

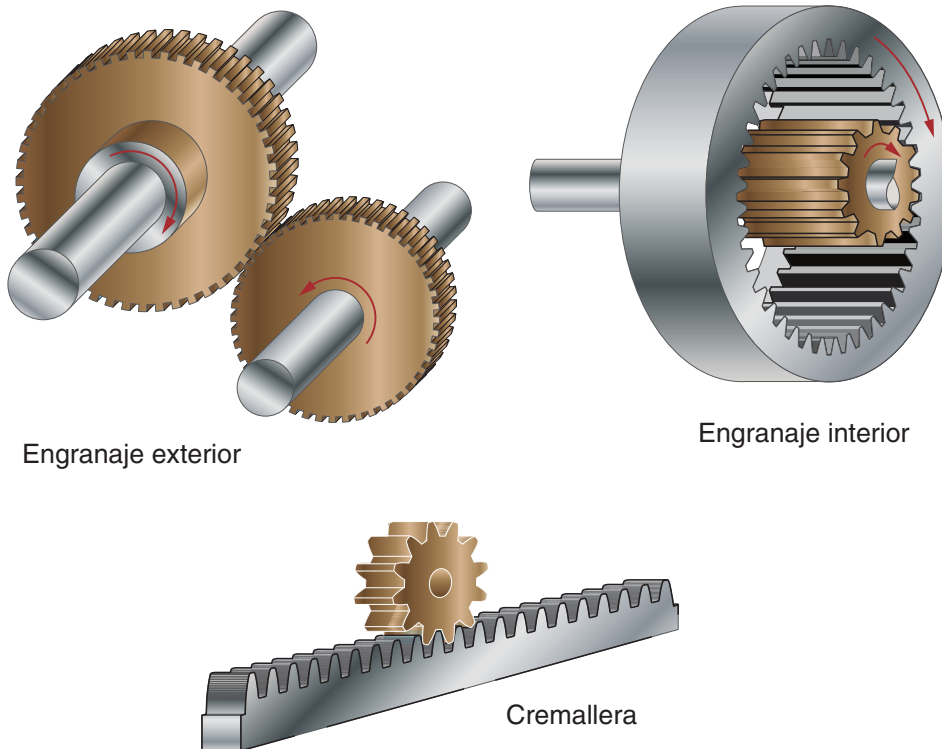
suave y gradual entre las superficies de los dientes cuando estos entran en contacto. Pueden ir a mayor velocidad; pero presentan el inconveniente de la aparición de fuerzas axiales.

- **Dentado a doble hélice o roblón.** Para evitar el inconveniente de la aparición de fuerzas axiales, pueden tallarse las ruedas con los dientes inclinados, la mitad en un sentido y la otra mitad en el opuesto, de modo que cada flanco de dientes tenga la forma de flecha. Con ello, aparecen las fuerzas axiales iguales y de sentido contrario, por lo que se anulan, permaneciendo las ventajas de las ruedas de dentado inclinado. Sin embargo, al ser más difícil su ejecución estas ruedas no se usan más que en la transmisión de grandes fuerzas a gran velocidad.

Tipos de engranajes

Los engranajes pueden ser de tipos distintos, según sea la posición de sus ejes y las condiciones técnicas que se deseen. Los más corrientes se indican a continuación:

- **Ejes paralelos.** Es el caso más sencillo y corriente en la técnica. Puede solucionarse con cualquiera de los tipos de dentado que comentamos en el punto anterior.
- **Ejes que se cortan.** Los dos ejes están situados en el mismo plano y se cortan en un punto de éste. Las ruedas son cónicas, y los dentados rectos, helicoidales, o dentado espiral.



↑ **Figura 1.46.** Ejes paralelos.



Double chevro

El primer Citroën –Citroën A, 1919– ya lucía (doble galón), que tiene su origen en los engranajes –conocidos por su funcionamiento casi perfecto– que fabricaba la sociedad de engranajes Citroën en 1913.



Razón de transmisión

Si Z_1 , N_1 , Z_2 y N_2 son los dientes y revoluciones de las ruedas se cumple:

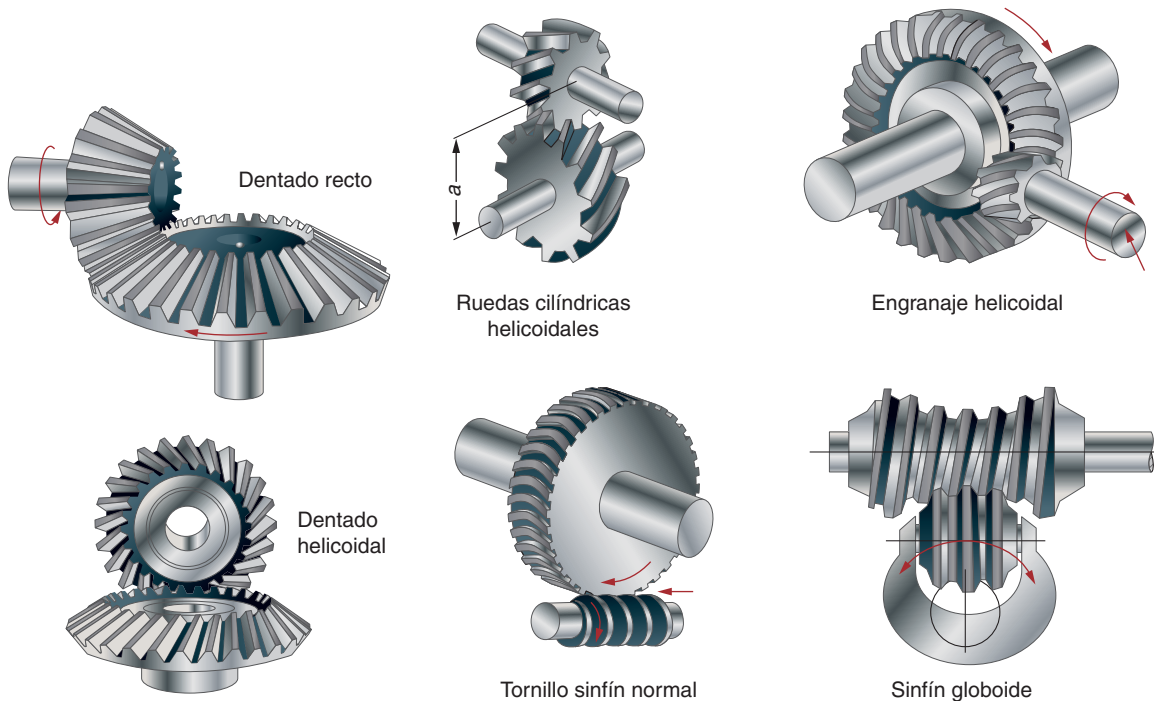
$$Z_1 \cdot N_1 = Z_2 \cdot N_2$$



La propulsión trasera

Uno de los inconvenientes de los coches de propulsión trasera es que merman un poco la habitabilidad, ya que hay que dejar espacio para el eje. El llamado túnel de transmisión (el hueco por donde pasa el eje) se redujo haciendo que el árbol de transmisión pueda atacar más bajo al eje trasero con un engranaje tipo hipoide.

- **Ejes que se cruzan.** Cuando los dos ejes no son paralelos ni están situados en el mismo plano. Las soluciones más empleadas son:
 - Ruedas cilíndricas helicoidales.
 - Tornillos sinfín. Cilíndricos o globoides. Estos últimos se utilizan en algunas direcciones para conseguir una relación de giro variable.
 - Engranaje hipoide. Formado por dos ruedas cónicas en las que sus ejes no se cortan, sino que se cruzan. Se utilizan en el grupo cónico-reductor de algunos coches de propulsión trasera.
- **Otros tipos.** Dentado interior, cremallera, rueda de trinquete y rueda de cadena.



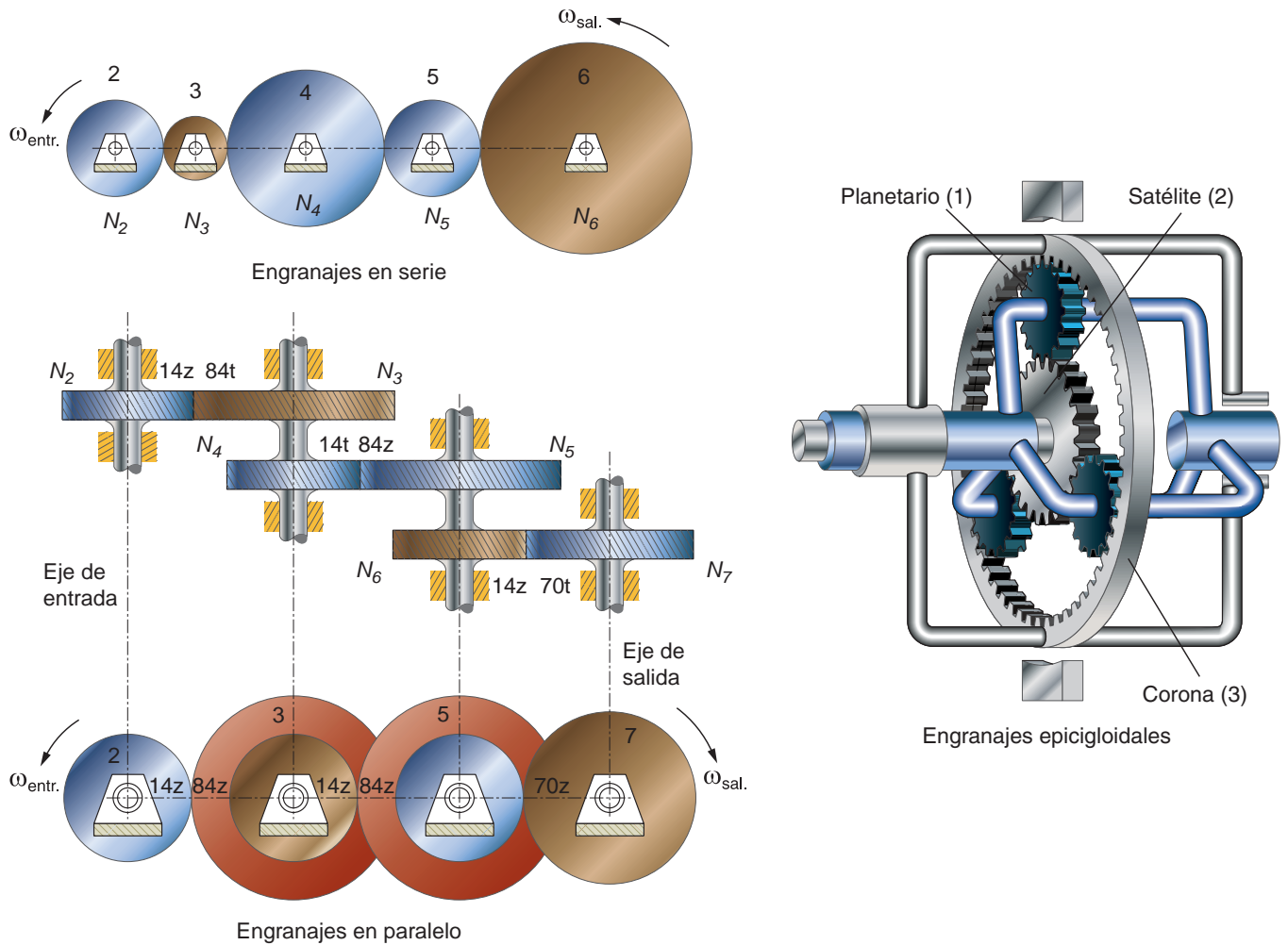
↑ **Figura 1.47.** Ejes que se cortan.

↑ **Figura 1.48.** Ejes que se cruzan.

Tipos de trenes de engranaje

Un tren de engranaje es una sucesión de dos o más ruedas dentadas conectadas. Según la disposición entre ellas, distinguimos varios tipos de trenes, como son:

- **Trenes de engranaje en serie.** Son aquellos en que cada eje tiene solo un engranaje.
- **Trenes de engranaje en paralelo.** Son aquellos en los que cada eje tiene dos o más engranajes solidarios entre sí.
- **Trenes de engranaje serie-paralelo.** Son aquellos en los que se combinan unos en serie y otros en paralelo.
- **Trenes de engranaje epicicloidales.** Es una clase de tren de engranajes que tiene extensa aplicación. En él son necesarias dos entradas para obtener una salida. Se utilizan en los cambios automáticos de los vehículos y en la reductora de los motores de arranque modernos.



↑ **Figura 1.49.** Tipos de trenes de engranaje.

3.2. Correas y poleas

Para la transmisión de movimiento entre árboles alejados, donde la utilización de un tren de engranaje resulta difícil, se emplean los mecanismos de correas y poleas.

En estos mecanismos la transmisión se realiza por medio de la fuerza de rozamiento, generada entre la polea y la correa (excepto en las correas dentadas, en que la transmisión se asegura por empuje).

Las transmisiones con correa se usan en una amplia variedad de aplicaciones: correa de la distribución, del compresor del aire acondicionado, del alternador, etc. Son relativamente silenciosas, no requieren lubricación y resultan de bajo costo en comparación con las transmisiones de engranajes o cadenas.

El inconveniente principal de las correas es su baja capacidad para transmitir grandes esfuerzos, debido a la posibilidad de deslizamiento. Por eso se recurre a las correas dentadas.



Willis

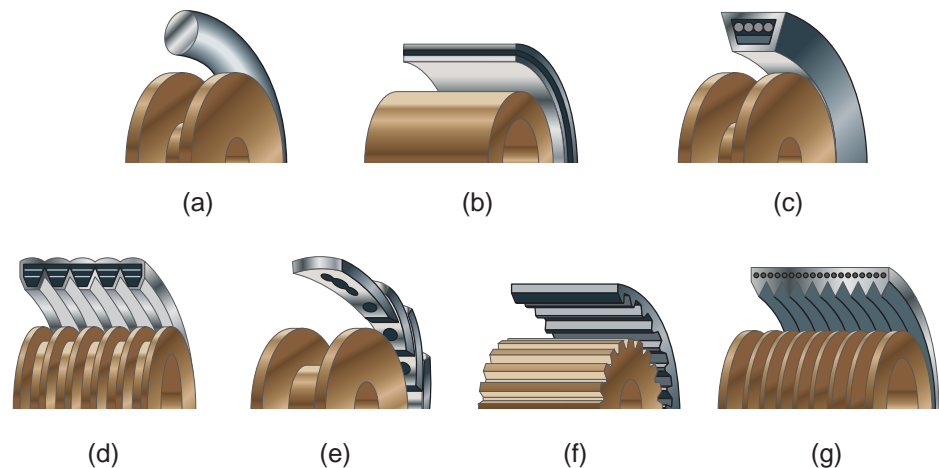
$$N_2 = \frac{1}{Z_3 + Z_1} (Z_3 N_3 + Z_1 N_1)$$

- 1: Planetario
- 2: Satélites
- 3: Corona

Tipos existentes

Según la forma del miembro flexible cabe distinguir entre:

- Redondas (a).
- Planas (b).
- Trapeciales (c).
- Banda trapecial (d).
- En eslabones (e).
- Dentadas (f).
- Banda en V o multigarganta (g).



↑ **Figura 1.50.** Tipos de correas.

Elección del tipo de correa y polea

Las correas planas se construyen de diferentes espesores y anchos. Se comercializan en tiras abiertas cortadas, según la longitud, cuyos extremos libres se unen con chapas atornilladas o grapas, que soportan los esfuerzos y permiten una cierta elasticidad.

Las correas trapecoidales y dentadas son elementos de máquinas fuertemente normalizados.

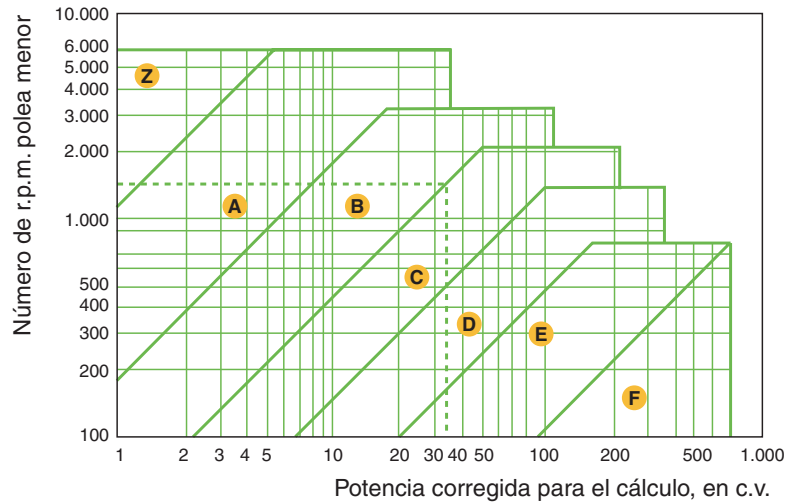
	Sección	a mm	h mm
	Z	10	6
	A	13	8
	B	17	11
	C	22	14
	D	32	19
	E	38	25
F	51	30	

↑ **Figura 1.51.**

Las trapecoidales se designan por letras Z, A, B, C, D, E, F, cada una de las cuales corresponde a una sección normalizada, como se ve en la tabla adjunta.

A la hora de decidimos por alguna de estas secciones, conociendo la potencia a transmitir y el régimen de funcionamiento, recurrimos al gráfico siguiente:

ELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE LA CORREA



↑ **Figura 1.52.**

Conocida la correa, buscamos las poleas, también normalizadas, de forma que nos acerquemos lo más posible a la relación de transmisión que buscamos.

Finalmente, para cualquier tipo de sección, hay un conjunto de correas con distinto desarrollo o longitud, de las que elegiremos la que más se aproxime a nuestras exigencias.

A la hora de sustituir una correa, se mide el espesor, la anchura y la longitud o desarrollo. A continuación, se recurre a los catálogos del fabricante, donde encontraremos una correa semejante.

Sistemas de montaje

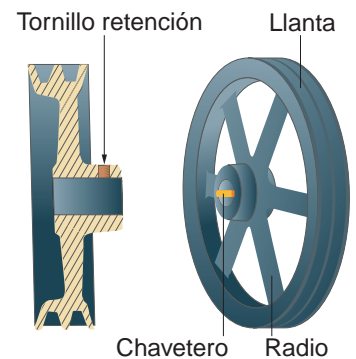
Las poleas se fijan casi siempre al árbol mediante chavetas.

Si están en el extremo del árbol, se encajan entre un collarín practicado en el árbol con un chavetero y un tornillo con su arandela por su parte exterior.

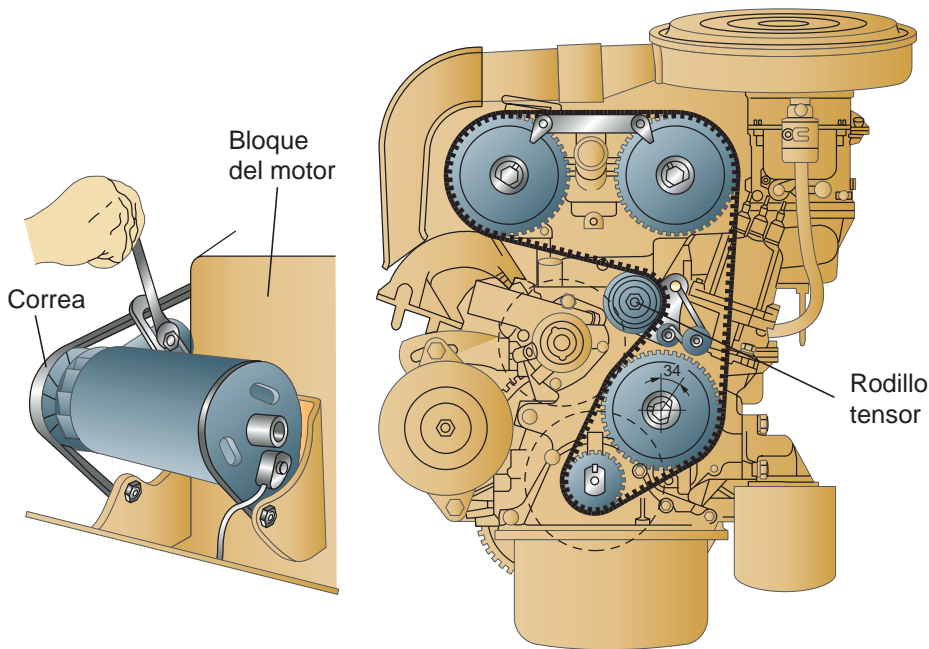
Si están a lo largo del árbol, las fijamos con un tornillo de retención o prisioneros.

En cuanto a las poleas, todas necesitan un sistema tensor. Unas veces este será de rodillos tensores, como en la correa de la distribución de un coche. En cambio, otras poleas llevan un sistema de sujeción por basculamiento, como en el alternador.

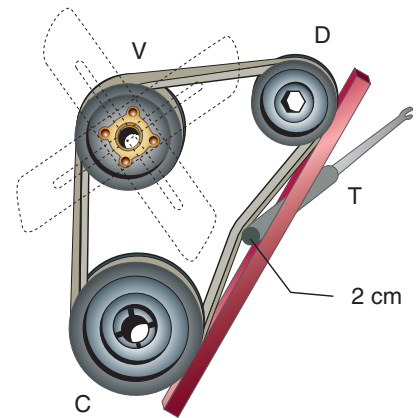
Las correas no deben estar demasiado tensas ni demasiado flojas, debiendo existir siempre una suavidad de atirantamiento, que se mide apretando fuerte con el dedo pulgar en el punto medio del tramo más largo. La correa debe flexar unos milímetros lo más fiable es consultar datos del fabricante (la tensión de la correa es muy importante en los vehículos modernos).



↑ **Figura 1.53.**



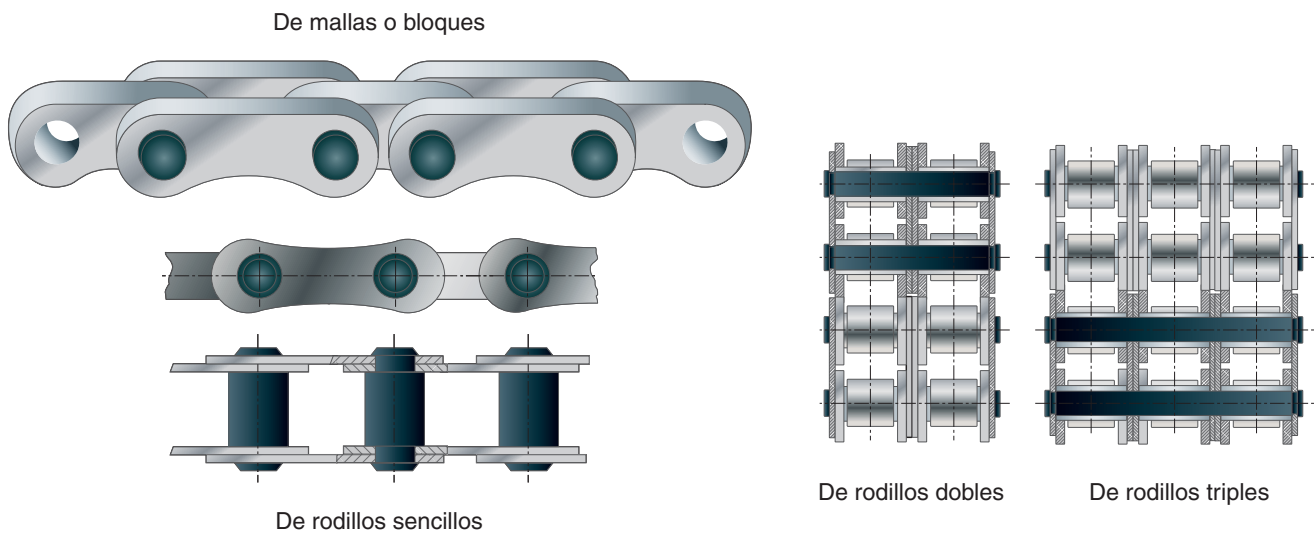
↑ Figura 1.54.



↑ Figura 1.55.

3.3. Cadenas

Los mecanismos de cadenas y ruedas dentadas son aquellos encargados de transmitir un movimiento de rotación entre dos árboles paralelos, por medio del empuje generado entre los dientes de las ruedas y los eslabones de cadena. Se utilizan principalmente cuando los ejes de conductor y conducido son muy distantes y las condiciones de esfuerzo y altas temperaturas impiden el uso de correas. En estos casos, la transmisión de cadena puede ser la solución más fiable y económica. Tienen el inconveniente de necesitar lubricación.



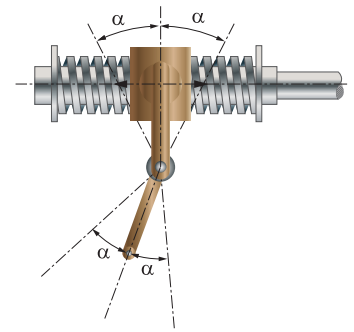
↑ Figura 1.56.

Tipos de cadenas

- De mallas o bloques.
- De rodillos. Pueden ser sencillas, dobles, triples, etc.

Elección del tipo de cadena

Las cadenas (en sus diferentes formas) y las ruedas correspondientes son elementos que se encuentran sujetos a fuertes normalizaciones, en especial las cadenas, pues las ruedas pueden construirse en talleres no especializados.



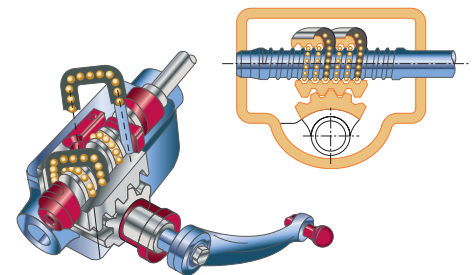
↑ Figura 1.57.

3.4. Husillos o tornillo y tuerca

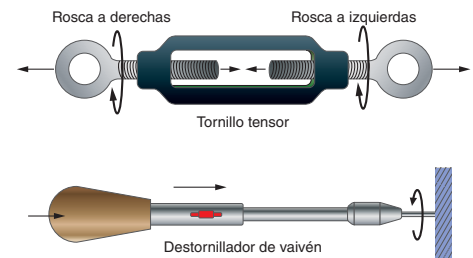
Se trata de un eje roscado y una tuerca roscada en él. A la tuerca se le asegura la conducción en traslación y la inmovilización en rotación, de tal manera que, cuando hacemos girar al eje roscado, la tuerca se enrosca o desenrosca con un movimiento de traslación. Un ejemplo es el mecanismo de dirección de tornillo y tuerca.

- **Tornillo con recirculación de bolas.** Otra disposición de este tipo de dirección consiste en intercalar una hilera de bolas entre el tornillo y la tuerca. El movimiento lineal se transmite por medio de una cremallera lateral a un sector dentado unido a la palanca de mando. Esta disposición, mucho más cara y de mayor dificultad de fabricación, disminuye los rozamientos y el desgaste.

Otros mecanismos que se basan en el mismo principio los vemos en la figura 1.59.



↑ Figura 1.58. Caja de dirección.

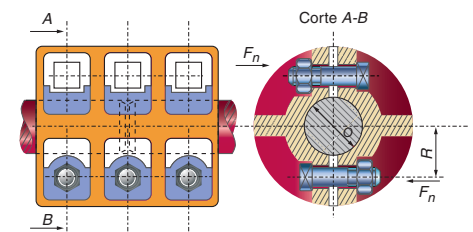


↑ Figura 1.59.

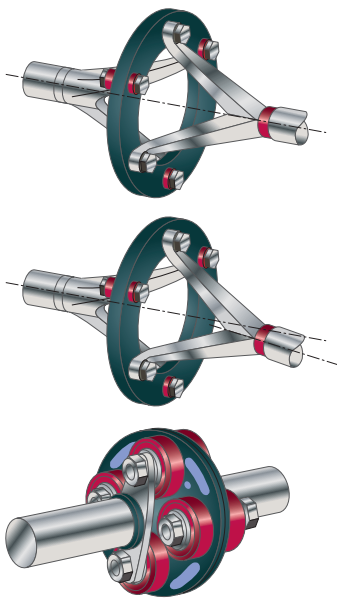
3.5. Acoplamiento de árboles

Son órganos mecánicos que transmiten el movimiento entre dos árboles coaxiales. La variedad de los mismos es muy grande, porque deben adaptarse a las condiciones particulares del trabajo. Según sus características, se distinguen los siguientes tipos:

- **Acoplamientos rígidos.** Se emplean para unir los extremos de dos árboles que guardan entre sí una alineación perfecta. Los hay de manguito y de disco; los acoplamientos están normalizados según el diámetro de los árboles.
 - Manguito de dos mitades. El arrastre está asegurado por la adherencia de las dos mitades del manguito debido a la presión que ejercen los tornillos.
 - Manguito de platos y casquillo cónico. El arrastre es doblemente asegurado; de una parte, por la adherencia de los conos; y de otra, por la presión de los tornillos. Es más complicado y costoso de fabricar que los anteriores, pero se monta y desmonta fácilmente.
- **Elásticos.** Sirven para acoplar árboles que no están bien alineados. Para ello se intercalan entre sus partes rígidas unos órganos deformables elásticos de material diverso (caucho, fleje de acero, etc.) que permiten un arranque ligeramente progresivo, absorben las deformaciones angulares de los árboles debido a la torsión y eliminan la transmisión de vibraciones. Se utilizan, por ejemplo, en el acoplamiento del árbol de la dirección.
- **Acoplamientos móviles o variables.** Permiten desplazamientos relativos axia-



↑ Figura 1.60. Acoplamiento rígido con manguito de dos mitades.

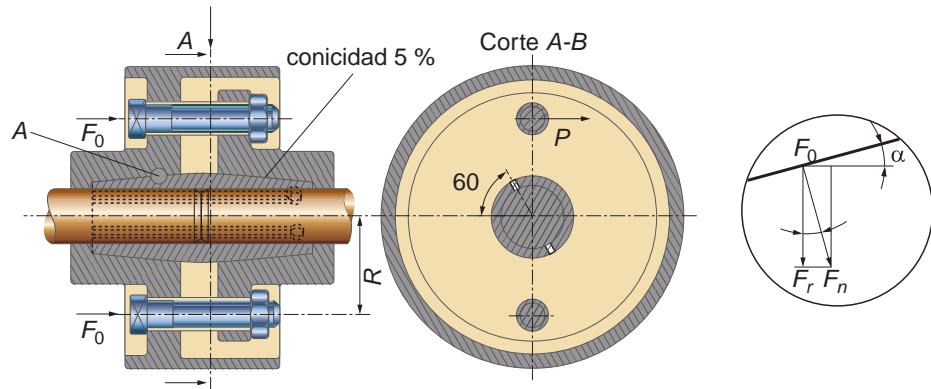


↑ **Figura 1.62.** Acoplamientos elásticos.



La junta homocinética

Cuando las ruedas delanteras son directrices y motrices, estas tienen que transmitir fuerzas independientemente del ángulo en que estén giradas. La junta cardan no soluciona del todo este problema, porque no transmite la fuerza regularmente, sino a pequeños «saltos». Este inconveniente se soluciona con la invención de la junta homocinética. El primero en emplearla fue la marca francesa Tracta en 1927.



↑ **Figura 1.61.** Acoplamiento rígido con platos y casquillo cónico.

les, radiales y angulares de los árboles en movimiento.

- Juntas cardan de cruceta. Son los modelos más conocidos.

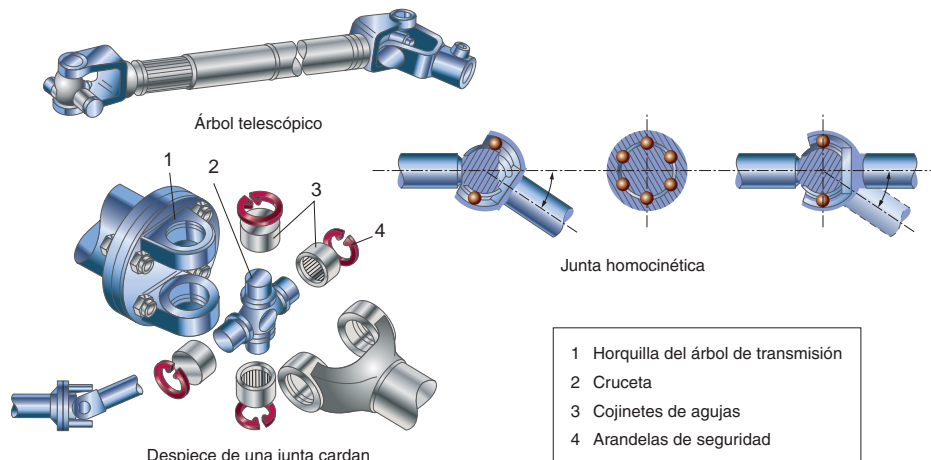
Se componen esencialmente de dos horquillas unidas a los extremos de los árboles, situadas en planos perpendiculares y unidas mediante una articulación en cruz o cruceta, alrededor de la cual pueden oscilar las horquillas.

El inconveniente de estas articulaciones es que no son homocinéticas, por lo que la velocidad del árbol conducido no es igual a la del árbol conductor, sino que fluctúa regularmente durante su giro.

- Doble junta cardan de cruceta. Se emplean en mecanismos donde no son admisibles estas fluctuaciones de velocidad. Están compuestas por un árbol intermedio unido a los extremos de los dos árboles de la transmisión mediante dos juntas cardan sencillas.

El árbol intermedio puede ser telescópico, para permitir el desplazamiento axial de uno de los árboles.

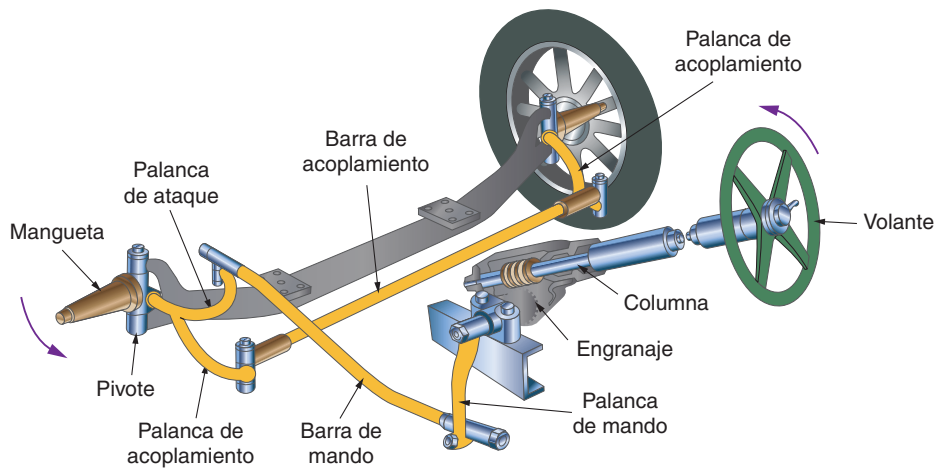
- Juntas cardan de rótula. Este sistema, también homocinético, no tiene como pieza intermedia una cruceta, sino una esfera con cuatro o seis acanaladuras, en las que se alojan unas bolas.



↑ **Figura 1.63.**

3.6. Mecanismos de palancas

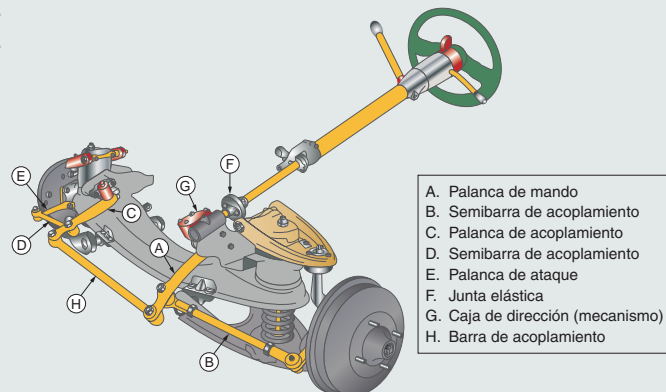
Este mecanismo, de gran versatilidad, está formado por cuatro componentes, uno de ellos fijo (**bastidor**). Los miembros que giran unidos al bastidor se llaman **manivelas** o **balancines**, según que puedan dar o no una revolución completa (nosotros le llamaremos palanca). El componente intermedio, que no tiene eje de rotación fijo y que sirve de enlace para los dos anteriores, se denomina **biela** o **bieleta** (nosotros le llamaremos brazo o barra). Por ejemplo: sistema de dirección.



↑ **Figura 1.64.** Conjunto dirección.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

10. Calcular el módulo de una rueda dentada si tiene 24 dientes y un radio primitivo de 80 milímetros.
11. Sabemos que una rueda dentada tiene un módulo $m = 3,5$ y 28 dientes. Calcular el diámetro primitivo de la rueda dentada.
12. Clasifica, por orden de mejor a peor, los distintos tipos de dentados y explica el porqué.
13. ¿Sabrías decir dónde suele haber piñones cónicos en un vehículo?
14. ¿Qué tipo de correa trapezoidal deberíamos emplear en una transmisión donde la polea menor gira a 1.000 r.p.m. y la potencia a transmitir es de 147,2 Kw?
15. En el sistema de dirección de la figura siguiente, identifica las distintas articulaciones y el tipo al que pertenece cada una.



↑ **Figura 1.65.** Tren delantero.

ACTIVIDADES FINALES

- 1. Localiza los elementos de guiado entre los componentes móviles: pistón-biela, biela-cigüeñal, cigüeñal-bloque. Explica su forma de montaje y ajuste.
- 2. Calcula los diámetros interiores de los siguientes rodamientos y clasifícalos de menor a mayor:

$$12.940 - 10.896 - 10.880 - 13.570 - 6.204 - 64.500$$

Clasifica los rodamientos anteriores de menos a más robustos, y según el diámetro exterior y el espesor.
- 3. En un rodamiento rígido de bolas medimos el diámetro interior y sabemos que mide 80 mm. Si tenemos que pedir otro al almacén, ¿cuál sería su denominación?
- 4. Calcula el módulo de una rueda dentada si tiene 50 dientes y un radio primitivo de 90 mm.
- 5. Sabemos que una rueda dentada tiene un módulo $m = 2,5$ y 38 dientes. Calcula el diámetro primitivo de la rueda dentada.
- 6. Si dos ruedas dentadas engranan, ¿tienen el mismo paso? Explícalo.
- 7. Demuestra que si dos ruedas dentadas tienen el mismo paso, también tienen el mismo módulo.
- 8. ¿Cómo extraerías un espárrago que no se desenrosca bien?
- 9. ¿Cuáles son las medidas nominales que caracterizan a cada una de las piezas siguientes? Si tuvieras que pedir una pieza de estas, ¿qué medida le darías al almacenista?

– Tornillo	– Tuerca
– Arandela	– Anillos seegers para ejes y agujeros
– Arandelas de retención	– Anillos de retención
– Tornillos prisioneros	– Pasadores
– Abrazaderas	– Casquillos elásticos
– Ejes ranurados	– Retenes
– Fuelles o guardapolvos	– Rodamientos
- 10. ¿Qué elementos de seguridad distingues en el motor de la figura de inicio de unidad?
- 11. ¿Encuentras algún rodamiento en la figura del motor? ¿Qué función tiene?
- 12. ¿Dónde irán los retenes en el motor de la figura de inicio de unidad?
- 13. ¿Qué tipo de correa trapezoidal deberíamos emplear en una transmisión, donde la polea menor gira a 2.500 r.p.m. y la potencia a transmitir es de 5,88 Kw? ¿Y para 300 r.p.m y 20 CV?
- 14. ¿Qué diferencia hay entre una junta homocinética y no homocinética? ¿Cuáles conoces de un tipo u otro?
- 15. ¿Dónde encontrarías juntas elásticas en un vehículo?
- 16. ¿Dónde encontrarías juntas homocinéticas en un vehículo? ¿De qué tipo son?

PARA PRACTICAR

Sustitución de un rodamiento

OBJETIVO

Practicar el desmontaje y montaje de rodamientos, utilizando los útiles apropiados y cumpliendo las normas de seguridad.

PRECAUCIONES

- No golpear directamente sobre las pistas de los rodamientos.
- Utilizar equipo de seguridad individual.

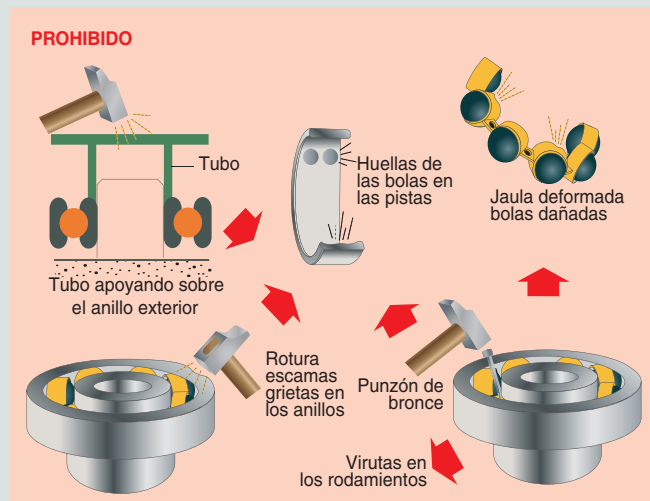
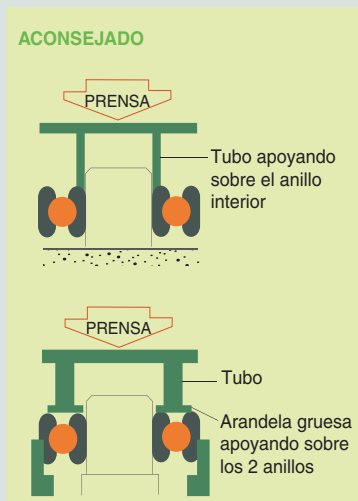
HERRAMIENTAS

- Prensa y extractores de rodamientos.
- Juego de alicates.
- Juego de llaves.
- Tubos de diferentes diámetros y longitudes.
- Plancha eléctrica (placa de calentamiento).
- Aceitera.

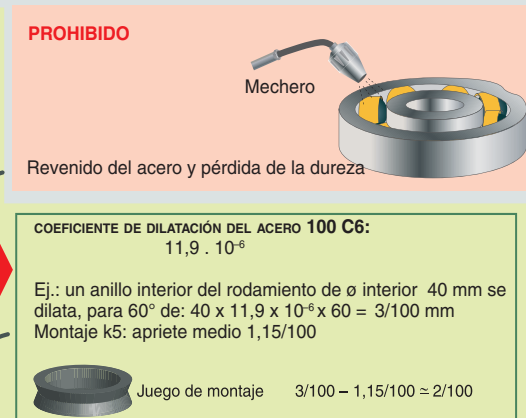
MATERIAL

- Mangueta de un vehículo.

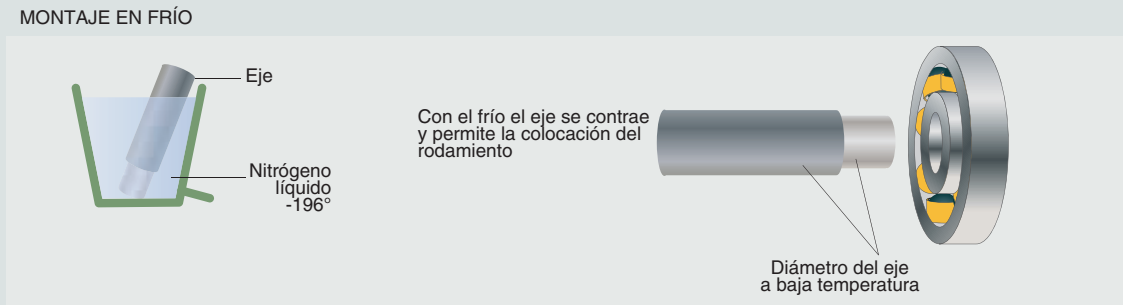
MONTAJE



MONTAJE EN CALIENTE (80° A 90°)



PARA PRACTICAR



↑ **Figura 1.66.** Principios de montaje de la casa de rodamientos SNR.

DESARROLLO

Desmontaje

1. Afloja la tuerca corona del eje de transmisión y desmonta el conjunto mangueta-suspensión (véase la figura 1.67).
2. Retira los elementos de suspensión (véanse las figuras 1.68 y 1.69).
3. En la prensa, extrae el cubo, en el que se quedará fijado el aro interior del rodamiento cónico interior (véase la figura 1.70).
4. Con el extractor de rodamientos, extrae la pista interior, que se encuentra fija en el cubo (véanse las figuras 1.71 y 1.72).
5. Con un extractor de rodamientos, retirar las pistas exteriores que se encuentran fijadas en la mangueta (véase la figura 1.73).

Montaje

1. Limpiar el cuerpo del cubo y la mangueta. Retirar las virutas y rebabas.
2. Aceitar ligeramente las zonas de asiento. Montar a presión los aros exteriores. El casquillo sólo debe apoyarse en la superficie frontal del aro exterior. Los aros exteriores deben adaptarse bien a los resaltes de la mangueta.
3. Engrasar debidamente el aro interior del rodamiento interior. Asimismo, introducir grasa a presión entre jaula, aro interior y rodillos.
4. Aplicar el aro interior en el cubo e introducir el anillo-retén en el cubo con el labio dirigido hacia el rodamiento.
5. Montar el disco protector y el distanciador sobre la mangueta. La superficie frontal ha de topar con el resalte de la mangueta a lo largo de toda la periferia (véase la figura 1.68).
6. Colocar el cubo sobre la mangueta teniendo cuidado de no dañar el anillo de obturación.
7. Engrasar debidamente el aro interior del rodamiento exterior y calarlo sobre la mangueta.
8. Introducir la arandela de apriete y colocar la tuerca corona.
9. Tensar la tuerca corona girando simultáneamente el cubo de la rueda hasta notar una resistencia al giro (si es posible usar la llave dinamométrica y ver instrucciones de reparaciones).
10. Aflojar la tuerca corona en 1/12 (30°) de vuelta como máximo hasta coincidir en el próximo agujero para la clavija y fijar dicha clavija.

PARA PRACTICAR

11. Controlar el juego interno y el juego basculante del apoyo. La rueda ha de poder girar suavemente y sin obstáculos. En la llanta no debe notarse ningún ladeo o juego basculante. Si lo hubiera, conviene cambiar la arandela de apriete o la tuerca corona. Si es posible, conviene controlar el juego axial de ambos rodamientos mediante el dispositivo de medición. Los valores más adecuados se encuentran entre 0 y 0,05 mm.
12. Después de una marcha de prueba, controlar si ha cambiado el juego interno y volver a verificar el ajuste en caso de ser necesario.



↑ Figura 1.67.



↑ Figura 1.68.



↑ Figura 1.69.



↑ Figura 1.70.



↑ Figura 1.71.



↑ Figura 1.72.



↑ Figura 1.73.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

- 1** Un tornillo de cabeza hexagonal es un elemento:

 - a) Estructural.
 - b) De unión.
 - c) De impermeabilización.
 - d) De seguridad.
- 2** Las arandelas grower, ¿de qué material están fabricadas?

 - a) Cobre.
 - b) Acero común.
 - c) Aluminio.
 - d) Acero elástico.
- 3** Las uniones elásticas o *silentblocs* utilizan un vínculo intermedio flexible, ¿qué material se utiliza?

 - a) Caucho o goma.
 - b) Madera.
 - c) Aleación de hierro.
 - d) Amianto.
- 4** Los gorriones, que pueden ser muñones o quicios, forman parte de:

 - a) Un eje o árbol.
 - b) La biela.
 - c) La culata.
 - d) Radiador.
- 5** En las articulaciones de rótula siempre está presente:

 - a) Una unión esférica.
 - b) Una unión guiada de cola de milano.
 - c) Unión con soldadura.
 - d) Todas las anteriores.
- 6** En la fabricación de cojinetes se utiliza material antifricción, ¿qué propiedad lo hace aconsejable?

 - a) La resistencia al desgaste.
 - b) La dureza.
 - c) Su resistencia a la tracción.
 - d) Su coeficiente de dilatación.
- 7** Si tenemos un rodamiento cuya denominación es 32203 ZZ, ¿qué significado tienen las ZZ?

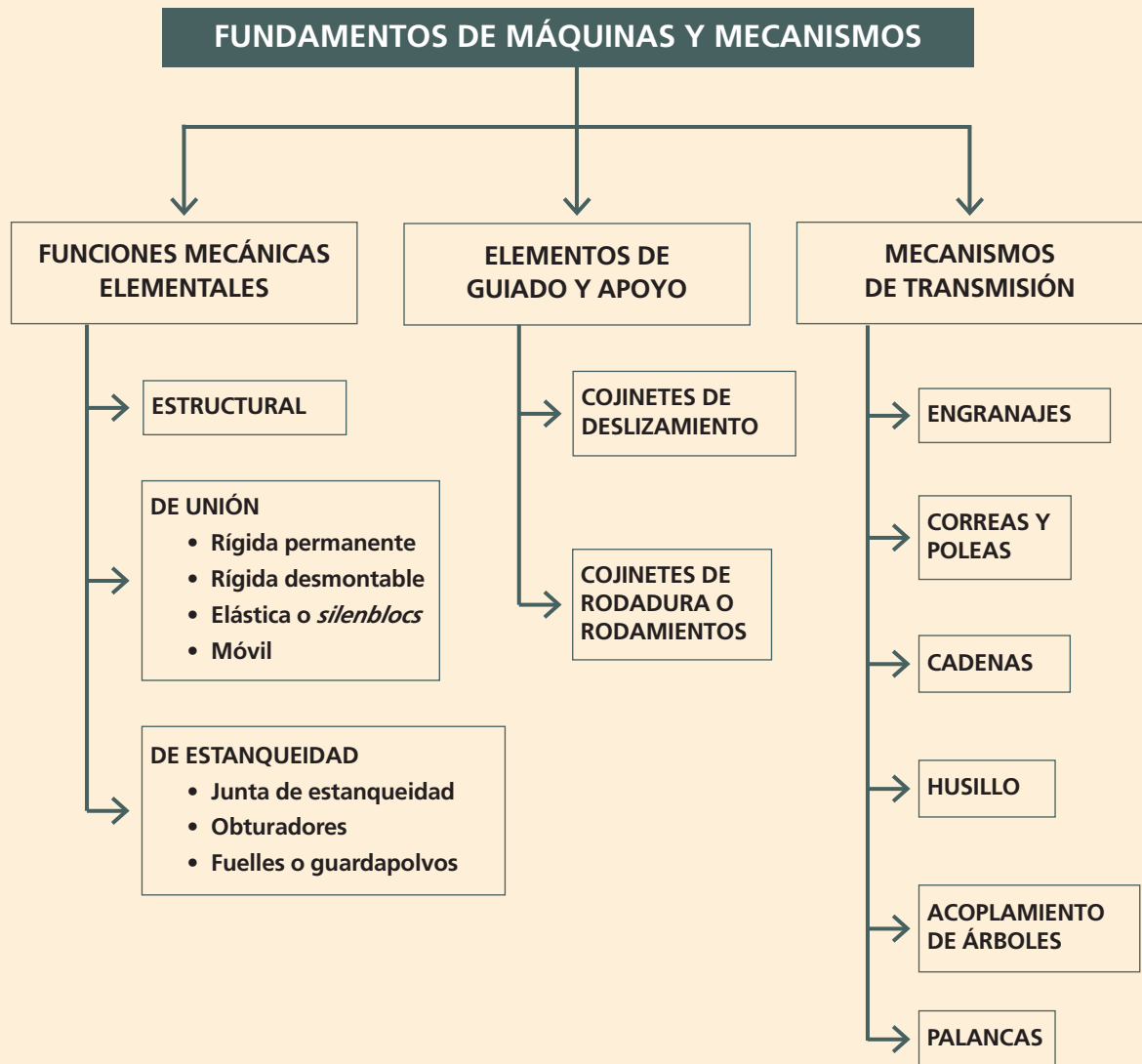
 - a) Que el elemento rodante son agujas.
 - b) Que dispone de dos protecciones, una a cada lado del rodamiento.
 - c) Que soporta perfectamente los esfuerzos axiales.
 - d) Ninguna de las anteriores es correcta.
- 8** Un rodamiento cónico soporta bien los esfuerzos...

 - a) De compresión.
 - b) Solamente los esfuerzos radiales.
 - c) Los esfuerzos radiales y axiales.
 - d) Solamente los esfuerzos axiales.
- 9** Para que dos ruedas engranen una con otra, es necesario que las dos tengan:

 - a) El mismo módulo.
 - b) El mismo número de dientes.
 - c) El mismo diámetro primitivo.
 - d) El mismo diámetro exterior.
- 10** ¿Qué tipo de correa se utiliza en la distribución de los vehículos?

 - a) Plana.
 - b) Trapecial.
 - c) Multigarganta.
 - d) Dentada.

EN RESUMEN



AMPLÍA CON...

- *Tecnología Mecánica y Metrotecnia*, de Héctor Arias.
- *Tecnología General*, de J. Rosique Jiménez.
- *Tecnología Formación Profesional*, de J. M. Sánchez.

- <http://www.es.schaeffler.com>.
- <http://www.fersa.com>.
- <http://www.e-cojinetes.com>.
- <http://www.skf.com>.
- <http://www.engranajesjuaristi.com>.